TUDOMÁNY ÉS HALADÁS

M. E. OMELJANOVSZKIJ

LENIN ÉS A XX. SZÁZAD FIZIKÁJA

31

SZIKRA KIADÁS BUDAPEST 1949

13p.

235.

M. E. OMELJANOVSZKIJ

LENIN ÉS A XX. SZÁZAD FIZIKÁJA

SZIKRA KIADÁS BUDAPEST 1949

AZ OROSZ EREDETI CÍME:
В. И. ЛЕНИН И ФИЗИКА XX ВЕКА
MEGJELENT MOSZKVÁBAN, 1947-BEN

FORDÍTOTTA
LOVÁS GYÖRGY

Felelős kiadó dr Simó Jeno
Független nyomda N V Budapest, Felelős Földi Vilmos 1g

BEVEZETÉS HELYETT

A XX. század fizikája, korszakalkotó fölfedezései és elméletei csupán a dialektikus materializmus fényében, Lenin és Sztálin lángeszű filozófiai műveinek fényében nyerhetnek helyes megvilágítást és válnak érthetővé.

Sztálin elvtárs mutatott rá, milyen hatalmas része van Leninnek a modern természettudományos fejlődés eredményeinek filozófiai általánosításában.

„Éppen Lenin vállalta azt a rendkívüli komoly feladatot, hogy elméletileg általánosítsa a legfontosabbat abból, amit a tudomány Engelstől Leninig a materialista filozófia terén adott, s hogy a marxisták között mutatkozó materialistaellenes áramlatokat sokoldalú kritikának vesse alá", — mondta Sztálin elvtárs „A leninizmus alapjai" című előadásában. Idézi továbbá Sztálin elvtárs Engelsnek azt a kijelentését, hogy „a materializmusnak minden új nagy felfedezéssel új alakot kell öltenie", és megjegyzi, hogy éppen Lenin volt az, aki a maga idejére vonatkozóan ezt a feladatot a „Materializmus és empiriokriticizmus" című kitűnő könyvével teljesítette.[1]

[1] *Sztálin:* A leninizmus alapjairól, lásd *Sztálin:* A leninizmus kérdései, Szikra kiadás, Budapest, 1949. 25. old.

A „SzK(b)P története"-ben Sztálin elvtárs még tovább viszi a fenti tételt. Itt arról van szó, hogy Lenin idézett könyve „a marxizmus elméleti alapjainak, a dialektikus és a történelmi materializmusnak védelmét is adja és materialista összesítését mindannak, ami fontos és lényegbevágó volt abban, amit a tudomány és elsősorban a természettudomány egy egész történelmi szakasz folyamán — Engels halálától Lenin „Materializmus és empirioktriticizmus" című könyvének megjelenéséig — újat alkotott".[2]

A marxizmus nem dogma, sem pedig kész, egyszer s mindenkorra megadott formulák és tételek gyüjteménye. A marxizmus eleven, fejlődő tudomány, tehát egyre újabb és újabb ismeretekkel gazdagodik, az új történelmi viszonyoknak, a tudomány új tapasztalatainak és eredményeinek megfelelően. Lenin a filozófia segítségével általánosította a XIX. század végének és a XX. század elejének nagy természettudományos felfedezéseit, merész lépéssel vitte előre a marxista elméletet, harcolt az elavult nézetek ellen és új távlatokat nyitott meg a haladó tudomány fejlődése előtt.

A „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvet 1908 őszén írta meg, az első orosz forradalom veresége után. Ebben az időben tombolt a sztolypini reakció Oroszországban. Kegyetlen terrorral támadták a munkásosztály forradalmi szervezeteit. A forradalom burzsoá „útitársai" között ideológiai bomlás indult meg, reakciós idealista „elméletek" terjedtek el.

Divatbajött a marxizmus „kritikája". Rendkívüli hatást gyakorolt a marxizmus „bírálóira" az a

[2] *A SzK(b)P története.* Szikra kiadás, Budapest, 1949, 110. old.

reakciós filozófia, amely „empiriokriticizmus" néven ismeretes és amelyet különösképpen Mach osztrák fizikus és filozófus fejlesztett ki munkáiban.

Hívekre lelt a machizmus a magukat marxistáknak tekintő és a párthoz csatlakozó értelmiség egy részében is, legfőképpen a mensevikek között. De a bolsevikok között is akadtak néhányan, akik a machista filozófia álláspontjáról „bírálták" a marxizmust, habár szavaikban képmutatóan tagadták, hogy ellenségei a marxizmusnak. Itt elsősorban Bogdánovra és Lunacsarszkijra gondolunk, akik 1908-ban elfordultak a bolsevizmustól és az „otzovizmus"[3] nevet viselő pártellenes irányzat élére állottak.

Ekkor az a feladat merült fel a marxisták előtt, hogy harcot indítsanak a machisták ellen, leleplezzék azokat az álmarxistákat, akik „össze akarták egyeztetni" Marxot Machhal, aláásva ekképpen a marxista párt elméleti alapjait. Ennek a feladatnak teljesítése halaszthatatlan pártüggyé vált, hiszen a machizmus ténylegesen a proletariátus pártja elleni, a forradalom elleni reakcióval fogott össze. A „filozófiai tisztogatásra", (ahogy Lenin nevezte) már csak azért is szükség volt, mivel az orosz elhajlókat a marxizmus elméletét illetően, minden erejükkel támogatták a II. Internacionálé opportunistái.

Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvében ezt a feladatot oldotta meg. Ez a lángeszű lenini könyv nevezetes dokumentuma a bolsevi-

---

[3] *Otzovizmus* — az orosz „otozvatj" (elhívni, visszahívni) szóból. „Baloldali" opportunista áramlat a bolsevik párton belül az 1905—1907-es forradalom veresége után bekövetkezett reakció időszakában. Az otzovisták azt követelték, hogy a szociáldemokrata képviselőket hívják vissza az Állami Dumából és a párt mondjon le a munkáról a szakszervezetekben és a munkásosztály egyéb legális szervezeteiben.

kok pártharcának, annak a harcnak, amely a marxista párt valamennyi, nyilt és titkos ellensége ellen folyt; ez a könyv képezte ki *elméletileg* a bolsevik pártot.

De ugyanakkor a „Materializmus és empiriokriticizmus" eszméi elébevágtak a modern tudományos megismerés kialakulásának. Abban az időben, amikor ez a könyv íródott, a természettudományban, legelsősorban pedig a fizikában több olyan nagy felfedezés történt, amelyek új filozófiai általánosításokat igényeltek. Ezeket az általánosításokat egyedül a dialektikus materializmus alapján lehetett elvégezni. Azonban a kapitalista országokban azidőtájt uralkodó reakció megakadályozta a következetes materialista világnézet kibontakozását; a marxista dialektika hétpecsétes titokként állott az akkori tudósok előtt. Ennek folytán néhány fizikus, aki nem volt képes arra, hogy filozófiailag helyesen értelmezze az új tényeket, az idealizmus felé húzott; a természettudományban válság tört ki és terjedt el egyre jobban. Ezért kellett a marxista filozófiának tudományosan, materialista alapon megoldani azokat a kérdéseket, amelyeket az új fizikai felfedezések vetettek fel. Ezt a feladatot teljesítette Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című művében.

Hangsúlyoznunk kell, hogy a „Materializmus és empiriokriticizmus" megírása után is foglalkozott Lenin a „természettudomány legújabb forradalmának" kérdéseivel. 1909-ben több megjegyzést tesz Rey fizikus könyvéről. 1912-ben a „Herzen emlékére" című cikkében így értékeli Lenin a XIX. század e nagy orosz gondolkodójának a természetfilozófia terén végzett munkáját: „A levelek a természet tanulmányozásáról" című sorozat első levele — az „Empiria és idealizmus" —, amelyet Herzen 1844-ben írt, olyan gon-

dolkodóra vall, aki még most is egész fejjel kimagaslik a modern empirikus természettudósok végtelen sokasága és a mai se szeri se száma idealista és félig idealista filozófusok fölött.".[4]

1913-ban, Gorkijhoz intézett levelében Lenin a rádium és az elektronok felfedezésének jelentőségéről ír. 1914—1916-ban, amikor Lenin a materialista dialektika problémáit dolgozza fel (a híres „Filozófiai füzetek"-ben), többször is foglalkozik bizonyos kérdések kapcsán az anyag szerkezetének elméletével. Végül pedig az 1922-ben íródott „A harcos materializmus jelentőségéről"[5] című programadó cikkében Lenin a természetfilozófia több igen lényeges problémájára tér ki.

Alábbi tanulmányunkban azt igyekszünk szemléltetni, hogy milyen hatalmas jelentősége van Lenin filozófiai műveinek, legelsősorban pedig a „Materializmus és empiriokriticizmus"-nak a XX. századi fizika lényeges kérdéseinek megoldásában. Az új fizika által felvetett filozófiai problémák közül a jelen tanulmány keretében legfőképpen azokat vesszük sorra, amelyek az anyaggal és a mozgással, a térrel és az idővel, az oksággal és a kölcsönhatással kapcsolatosak. A modern fizika e problémái körül heves harc robbant ki a materializmus és az idealizmus között. Amint tanulmányunkban utalunk is rá, a XX. század fizikája a Lenin-ajánlotta utat követte, s fejlődése a dialektikus materializmus igazságát erősítette meg.

---

4 *Lenin* Válogatott Művek, I Szikra kiadás, Budapest, 1948 779—80 old

5 Lásd *Lenin*: Marx, Engels, marxizmus. Szikra kiadás, Budapest, 1948 434. old.

Első fejezet

A FIZIKA PROBLÉMÁI MARX ÉS ENGELS MUNKÁIBAN

A XIX. századvégi és a XX. század elejei fizikai felfedezések materialista általánosítása Lenintől ered és teljes egészében a Marx és Engels-kidolgozta elveken alapul. Lenin tehát új anyaggal gazdagította a marxizmus filozófiai elméletét; hogy ennek az új anyagnak a mélyére hatolhassunk, előbb azt nézzük meg röviden, hogyan foglalkozott Marx és Engels a természettudomány filozófiájával kapcsolatos kérdésekkel.

Azt a korszakot, — az imperializmus előtti korszakot, — amelyben Marx és Engels elmélete keletkezett, s kifejlődött, a természettudomány forradalmi előretörése teszi nevezetessé.

Angliában és a többi nyugateurópai országban rendkívül erős ipari fellendülés volt tapasztalható a XIX. század első felében. Ezen a táptalajon indultak rohamos fejlődésnek a természettudományok. Az egész XIX. század folyamán, de különösen az 1830-tól 1870-ig terjedő időszakban olyan új, óriási horderejű tényeket fedeztek fel, és olyan új elméleteket alkottak meg a fizika és kémia, a geológia és biológia, valamint a többi tudományok terén, amelyek átalakították az egész természettudományt.

Mayer (1842), valamint Joule és Helmholtz megfogalmazta s kísérletileg bizonyította be az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét, amelyet Lomonoszov már a XVIII. században előre megsejtett. Oersted és Ampère felfedezései alapján Faraday 1831-ben felfedezte az elektromágneses indukció jelenségét; ez lett az elektromosság elméletének és gyakorlati alkalmazásának alapja. A szerves kémiát Angliában Shorlammer, Franciaországban Dumas, Oroszországban Zinyin és Butlerov, Németországban Wőhler és Liebig fejlesztették ki.

Az általános kémiai területen Dalton atomelméletének volt óriási jelentősége a XIX. század elején. 1869-ben Mendelejev felfedezi az elemek periódikus törvényét. Schleiden és Schwann a sejteket fedezik fel (1838) s ezzel új útra terelik az anatómiát és az embriológiát. Lyell a geológiában az evolució eszméjét alkalmazza (1830), Darwin kidolgozza, hatalmas, konkrét anyag alapján, a fajok származás- és fejlődéselméletét (1859). Kovaljevszkijtól származik az evolúciós irányzat a paleontológiában.

Az a körülmény, hogy Marx és Engels az ilyen nagy horderejű természettudományos eredmények korszakában alkották meg és fejlesztették ki elméletüket, arra késztették őket, hogy fokozott figyelemmel forduljanak a természettel kapcsolatos tudományok kérdései felé.

Éppen ezért nem érthetünk egyet Mehringgel, amikor ő (a Friedrich Adlerrel folytatott vitájában) Marx elméleti tevékenységét kizárólag a történelem területére akarta vonatkoztatni. Ismeretesek Kautsky és a II. Internacionálé többi gyászvitézének

kísérletei is, akik a marxizmust el akarták szakítani a többi természettudománytól.

Engels a maga és Marx viszonyáról a természettudományhoz ezt írta: „Marx és én voltunk jóformán az egyedüliek, akik a német idealista filozófiából a tudatos dialektikát a természet és történelem materialista felfogásába átmentettük. A természet dialektikus és egyben materialista felfogásához azonban ismerni kellett a matematikát és a természettudományt. Marx alapos matematikus volt, de a természettudományokat csak részletekben, bizonyos időkben, szórványosan tudtuk figyelemmel kísérni."[1]

A továbbiakban megemlíti Engels, hogy ezekután, mintegy nyolc éven át, idejének javarészét a természettudományok és a matematika tanulmányozására fordította.

A természettudományos problémáknak a marxizmus nézőpontjából való feldolgozásában Engelst illeti meg az elsőség. De Marx is állandóan érdeklődött a természettudományok iránt. Marx és Engels tevékenysége, szoros barátságuk, kölcsönös segítségük bármely probléma megoldásában, — mindez megmagyarázza, miért olyan egyöntetűek a marxizmus e két nagy megalapozójának művei.

Marx és Engels elsősorban azokban a munkákban foglalkoznak természettudományos kérdésekkel, amelyek a „Szent Család" köré csoportosulnak (1844—1845), vagyis abban az időben, amikor Marxnál és Engelsnél — Lenin megjegyzései szerint — szemmelláthatóan figyelhetjük meg az átmenetet a hegeli filozófiától a tudományos szocializmushoz, amikor nagy vonalakban már kialakult bennük az új filozófiai tan:

---

1 *Engels:* Anti-Dühring, Szikra kiadás, Budapest. 1948 10. old.

a dialektikus materializmus. De Marx és Engels a továbbiakban is, későbbi munkáikban is, ilyen vagy olyan vonatkozásban állandóan foglalkoznak olyan kérdésekkel, amelyeket a természettudomány fejlődése vetett fel.

A matematika terén Marx új alapokra helyezi a felsőbb analizist s felvázolja a differenciál fogalmának történelmi fejlődését. A fizika területén Tyndall munkásságát kíséri figyelemmel és Grovet olvassa, ezt a „leginkább filozófus természetbúvárt", jegyzeteket készít Hospitalier „A villamosság főbb előnyei" című művéből.

Amikor Marx „A tőké"-n dolgozott, Liebig, Schönbein, Johnson kémiai műveit tanulmányozta s különösen azok a tanulmányok foglalkoztatták, amelyek a kémiának a mezőgazdaság, táplálkozás, stb. problémáival kapcsolatos alkalmazásáról szóltak.

Engels külön is tanulmányozta a kisebb fizikusok és kémikusok munkáit. Elegendő, ha Engels „A természet dialektikája" című művével ismerkedünk meg s máris teljes képet kapunk róla, hogy mennyire jártas volt ő az úgynevezett exakt tudományok területén.

A geológia területén Marx és Engels Lyellt, a biológia területén Schleident, Schwannt, Lamarckot és Darwint tanulmányozza. Az általuk áttanulmányozott természettudományos munkák puszta felsorolása is meglehetősen terjedelmes jegyzéket adna.

De feltétlenül meg kell említenünk, hogy Marxot és Engelst a technika problémái is érdekelték. Marxnak „A tőke" előkészítő munkáihoz írt vázlatai igen gazdag anyagot tartalmaznak a technológia történetéről, a kísérletezés technikájáról, a mezőgazdasági gépek technikájáról, stb.

A technika területén főképpen azokat a kérdése-

ket dolgozta fel Marx és Engels, amelyek a gőzgépeknek a társadalom anyagi megalapozásában való szerepével kapcsolatosak, de rögtön meglátták az elektromos erőátvitel kifejlesztésére vonatkozó kísérletek hatalmas jelentőségét is, melyeket Deprez mutatott be a müncheni kiállításon, — és előre megsejtették a XX. század óriási technikai eredményeinek lényegét.

Ahhoz, hogy megérthessük, miként oldotta meg Marx és Engels a fizika fejlődése folyamán felvetődött problémákat, előbb azt kell megtudnunk, hogyan alkalmazták saját elméletüket a természettudományok terén mint egészre. Előbb Marx és Engels ezirányú tevékenységének lényeges, általános eredményeiről szólunk, azokról az eredményekről, amelyek a természettudomány valamennyi ágával kapcsolatban állanak. Amíg ezek az eredmények meg nem világosodnak előttünk, nem érthetjük meg, hogyan oldotta meg Marx és Engels a fizika fejlődése közben felmerülő problémákat.

Marx és Engels mindenekelőtt azt fejtette ki, hogy a természettudomány kérdéseivel is történelmileg kell foglalkozni; ekképpen lerakták a természettudomány történetének, mint tudománynak az alapjait. Elemezték a természettudományok fejlődésének a körülményeit, e fejlődés mozgatóerőit és főbb indítóokait; így megszabadították a természettudományok elméletét és történelmét az idealizmus bilincseitől s feltárták a természetben végbemenő folyamatok dialektikus jellegét.

Marx és Engels bebizonyította, hogy a társadalom materiális alapja, a termelés módja szabja meg a társadalmi, politikai és szellemi élet folyamatát; s ezt a tételüket alkalmazták a természettudományok fejlődésének tanulmányozásában is.

Élesen bírálták Hegel absztrakt, misztikus természetfelfogását. E szerint a természet az abszolút eszme szüleménye, amely eszme időben változatlan, nem fejlődik. Marx és Engels bebizonyította, hogy ennek a misztikának mi az alapja: a hegeli filozófia idealista jellege, a természet elválasztása a gyakorlatilag működő embertől. Marx és Engels Hegellel ellentétben úgy tekintették a természetet, mint örökké mozgó és változó anyagot, amely fejlődési folyamán rengeteg formán megy át, s amelynek legmagasabbrendű terméke az ember. Ez utóbbi — gyakorlati tevékenysége folyamán — egyre alaposabban és mélyebben ismeri meg magát a természetet is, és a társadalmi fejlődés törvényeit is.

Jellemző, hogy Marx és Engels, amikor megalkotják filozófiájukat, szakítanak a feuerbachi szemlélődő természetfelfogással. Feuerbach, amikor Hegel filozófiáját a materializmus oldaláról bírálta, megmaradt a metafizikai szempontnál: hiányzott nála a természethez való történelmi viszonyulás. Feuerbach számára az ember, mint a természet része, csak biológiai, egyszer s mindenkorra adott lény volt, amely a társadalmi-történelmi közegen kívül él. Feuerbachhal ellentétben Marx és Engels kiemelték a *társadalmi* ember forradalmi, gyakorlati és kritikai tevékenységét s véget vetettek a valósághoz való szemlélődő viszonyulásnak, amellyel a metafizikus materializmus élt.

Marx és Engels „A tőké"-ben (1867) ,az „Anti-Dühring"-ben (1878), a „Ludwig Feuerbach"-ban (1888) és a „Természet dialektikája"-ban fejtették ki legteljesebben a természettudomány elméletének és történetének kérdéseivel kapcsolatos nézeteiket. „A természet dialektikája", amely Engels tollából szár-

mazott, befejezetlen maradt. Ez a kiváló munka fejti ki a legteljesebben és legmélyebben a természettudomány összes főbb ágát érintő kérdéseket, azon a fejlődő fokon, amelyet a természettudomány Marx és Engels korában elért.

A természettudomány történelmét tanulmányozva Marx és Engels megállapítja, hogy a XVI—XVIII. század természettudományában a metafizikai módszer uralkodott. Ennek az a lényege, hogy a tárgyakat és a jelenségeket egymástól különválasztva szemléli, egyetemes kapcsolatukból kiragadva, nem mozgásukban, fejlődésükben, hanem megdermedt, mozdulatlan állapotukban, amely állapot — a metafizikai módszer szerint — örökös.

E módszer uralmának következményeként olyan nézet alakult ki a természettudományban, amelynek középpontjában a természet abszolút változatlanságának tana állott. Kijelentették, hogy a föld öröktől fogva (vagy a teremtés napja óta) létezik, mindig egy és ugyanaz volt; változatlanok a világrészek, óceánok, tengerek és hegyek is. Az állat és növényfajok is mindig ugyanazok voltak. E nézet szerint nincs semmi kapcsolat az elektromos, mágneses, hő- és mechanikai jelenségek között. Ekképpen az egész természet egymástól teljesen független világokra, területekre és ágakra bomlott.

Ezek a metafizikai nézetek a teológia nézeteivel voltak összhangban. A természetbúvárok úgy tekintették az istenséget, mint azt az eredendő okot, amely a változatlan világrendet létrehozta. Például Newton, (1643—1727), a nagy angol fizikus azt tartotta, hogy fel kell tételeznünk egy isteni eredetű első lökést, amely a világot mozgásba hozta.

Marx és Engels rámutatott munkáiban arra, hogy

a XVI—XVIII. század természettudományának nagy felfedezéseit (ezekről majd alább szólunk), akárcsak a természettudományokban ezidőtájt megnyilvánuló metafizikai irányzatot, végeredményében a kor — a feudalizmus bomlásának és az új kapitalista rendszer keletkezésének kora —, termelőerőinek állapota alakította ki. A történelem színpadára lépő burzsoáosztály új földeket, új piacokat követelt, az új termelőerők kifejlődését igényelte. Kialakul a feudális kiváltságoktól mentes termelési mód, óriási fejlődésnek indul a kereskedelem, megtörténik az áttérés a „házi kapitalista rendszerről" és a „szabad városok" kézművességéről a manufakturákra. Érthető, hogy az új termelési mód korszakában a bánya- és hadiipar, a hidrotechnika, közlekedési technika és a hajózás eddig soha nem látott fejlődésnek indulnak. Ennek a fejlődésnek vissza kellett tükröződnie a természettudományban, amely, mint a szó szoros értelmében vett tudomány, jóformán csak a XVI. század óta létezik.

A természettudományoknak, fejlődésük legelső korszakában, főként a már felgyülemlett anyaggal kellett megbírkózniok. Itt, Engels mondása szerint, az ábécénél kellett kezdeni a dolgot. Míg az ókor Euklidésszel és Ptolemaiosszal dicsekedhetett, az arabok a tizes számrendszerrel, az algebra elemeivel, az alkimiával ajándékozták meg a világot, addig a keresztény középkor semmi nyomot nem hagyott a tudományban. Természetes, hogy a dolgok ilyen állása mellett a természettudomány legelemibb ága: a földi és az égitestek mechanikája került az első helyre, a matematikai számításokkal egyetemben, amelyek szintén a mechanika szolgálatában állottak. És éppen ezen a területen történnek az első nagy felfedezések. Galilei és Newton megfogalmazzák a mechanika alap-

törvényeit: Kepler felfedezi a bolygók mozgásának törvényeit; Descartes megalkotja az analitikus geometriát; a differenciál- és integrálszámítás Newton és Leibniz kezében a természet kutatásának hatalmas módszerévé válik. A többi tudomány — a fizika, a szó eredeti értelmében, a kémia, biológia, geológia — még jócskán mögötte marad a mechanikai és matematikai tudományok viszonylagos tökéletesedésének; úgyszólván még a tények eredeti felhalmozásának időszakát élik.

Engels kimutatja könyvében, hogy a természet felosztása egyes részeire, a természet különböző jelenségeinek meghatározott osztályokba való sorolása, a különböző organizmusok belső szerkezetének anatómiai kutatása stb. volt az az alap, amelyből kifejlődött az indukció, a dedukció és a többi módszer, amelyeket a metafizikus filozófia egymástól elkülönült abszolutumokká változtatott.

De ugyanakkor azt is kiemeli Engels, hogy az egyes részletek tanulmányozása adta meg az alapot arra, hogy a fejlődés eszméje felmerülhessen a természettudományokban. Eszerint Cuvier nélkül nem lett volna Lyell, Linné nélkül Darwin, Newton nélkül Faraday, Mayer, Maxwell.

A metafizikai módszer — utalt rá Marx és Engels — egyoldalú, kis teljesítőképességű módszernek bizonyult s ez, ha történelmi szempontból vesszük, nem is lehetett másként. A metafizikai módszer alkalmazása a természettudományban egy sereg olyan elméletet és fogalmat hozott létre, amelyek a későbbiek folyamán a természettudományok fejlődésének bilincseivé váltak.

A XVII. és XVIII. század fizikája például, amely egymástól különválasztva tanulmányozta a fény-, hő-,

mágneses és elektromos jelenségeket, eljutott a „súlytalan" anyagok elméletéhez. A fényjelenségeket egy sajátszerű súlytalan közeg — az éter — hullámzásával magyarázták. Ami a hőt, elektromosságot és mágnesességet illeti, itt a fizikusok a felé a gondolat felé hajlottak, hogy az egyes jelenségcsoportokat egy sajátságos súlytalan folyadék létezése idézi elő, amely a súllyal rendelkező molekulák közti hézagokat tölti ki. Így merül fel a hőanyagelmélet; úgy gondolták, hogy különbözően meleg testek érintkezésekor egy súlytalan folyadék, a hőanyag átmegy a melegebb testről a hidegebbre. Hasonló az elektromos és mágneses folyadék elmélete is. Ezeknek a metafizikai nézeteknek a kémiában a flogiszton-elmélet felelt meg, amely az égés jelenségét egy sajátszerű, repülő és lángoló anyag — a flogiszton — kiválasztásával magyarázta.

Ezeket és a hozzájuk hasonló metafizikai, elavult eszméket söpörték el a XIX. század természettudományának nagy felfedezései.

A metafizikai természettudományon a naprendszerünk keletkezéséről szóló kanti feltevés (1755) vágja az első rést — mondja Engels. Míg az anyagot tehetetlen szubsztanciának tekintő Newton feltételezte, hogy kellett egy első, isteni lökésnek lennie, amely egycsapásra meghatározta a bolygók további mozgását — addig Kant hipotézise, ezzel a metafizikai nézettel szemben, úgy tekintette a naprendszert, mint amely az idők folyamán jött létre. Kanttól függetlenül hasonló hipotézist dolgozott ki Laplace is.

Kant és Laplace hipotézisén kívül Engels még az atomelméletet és a szerves kémiát, az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét, Lyell elméletét a geológiában, a sejteknek Schleiden és Schwann által történt felfedezését és végül Darwin

elméletét a fajok eredetéről és kialakulásáról is azokhoz a felfedezésekhez és elméletekhez sorolja, melyek előkészítették a talajt a természettudományban a metafizikai világnézet leküzdéséhez.

Ebben a munkánkban nem térhetünk ki arra, hogyan tárgyalta Engels mindezeket a felfedezéseket és elméleteket. Csupán azokon futunk végig, amelyek a fizika területéhez tartoznak, s megmutatjuk rajtuk, hogyan nyúlt Engels hozzájuk, s a fizikához általában. Kezdjük az atomelméleten.

Az atomelmélet története és az anyagszerkezet elméletének története elválaszthatatlanul összefügg egymással. Newton azt tételezte fel, hogy „isten kezdetben súlyos, tömör, áthatolhatatlan, mozgékony részecskék formájával ruházta fel az anyagot" (Newton: Optica), s ilyen részecskékből áll minden egyes test. Bernoulli és Lomonoszov a XVIII. században a gáztörvények magyarázatánál atomisztikus feltevésekkel éltek.

A XIX. század elején Dalton a kémiai kapcsolatok megvilágításánál használta fel az atom fogalmát, így vált lehetővé számára, hogy levezesse a kémia alaptörvényeit és lerakja a kémia tudományának elméleti alapjait. A XIX. század ötvenes éveiben indult fejlődésnek a kinetikus gázelmélet, amely a „molekula" fogalmának segítségülvételével magyarázta meg a gázjelenségeket.

Engels nagyfontosságúnak tartotta Dalton felfedezését. „A kémiában az új korszak az atomelmélettel kezdődik (tehát nem Lavoisier, hanem Dalton a modern kémia atyja) — írta Engels —, a fizikában pedig ennek megfelelően, a molekulaelmélettel."[2]

---

[2] *Marx—Engels:* Gesamtausgabe Sonderausgabe Moskau—Leningrad 1935. 680—81. old.

Ugyanakkor arra is utal Engels, hogy Newton és Dalton atomelméletének filozófiai alapja meglehetősen egyoldalú. E tudósok atomisztikája szétválasztja az anyag hézagosságát annak folytonosságától, az anyagot az atomokra vezeti vissza, amelyek már tovább nem oszthatók, sőt mi több: örökkévalók és változatlanok. Az ilyenfajta atomelméletnek klasszikus képviselője a görög filozófiában Demokritosz volt Engels mondja is, hogy a természetbúvárok úgy dolgoznak a görög atomisztika törmelékeivel, mintha örök igazságok lennének.

Amikor Engels a XIX. század sok tudósának korlátolt nézeteit jellemzi az atomisztika területén, sohasem éri be általános értékeléssel. Rendkívül figyelmesen kíséri szemmel a természettudósok közt észlelhető legkisebb haladást is, ahogyan ezek az elavult nézetektől szabadulni próbáltak. Így pl. Hoffmann, a híres kémikus könyvével kapcsolatban ezt írja Engels Marxnak: „Elolvastam Hoffmant. Az új kémiai elmélet minden hiányossága mellett is nagy haladást jelent az eddigi atomelmélethez képest. A molekula, mint az anyag legkisebb, *önálló létezésre képes része:* teljes racionális kategória, vagy Hegel szavaival «csomó» a részekre-osztás végtelen sorozatában, csomó, amely nem illeszkedik bele ebbe a sorozatba, hanem minőségi különbséget rejt magában. Az atom, amelyet régebben úgy tekintettek, mint az oszthatóság határát — most csupán *viszonnyá* válik, annak ellenére, hogy monsieur Hoffmann lépten-nyomon visszatér a régi elképzeléshez, mely szerint állítólag valóban oszthatatlanok az atomok.“ Marx ezt feleli barátjának: „Ami Hoffmannt illeti, tökéletesen igazad van.“

Az atomisztika fejlődése a XIX. században nem

állt meg Dalton elméleténél. Mint ismeretes, Mendelejev, a híres orosz tudós nagy felfedezést tett 1869-ben. Felfedezte a kémiai elemek periódikus rendszerét. Ezzel meghatározta a kémiai és jelentős részben a fizikai atomelmélet egész további fejlődésének útját.

A periódusos rendszer törvényszerűségének lényegét Mendelejev a következő szavakban fejtette ki: *„Az egyszerű testek és az elemek egyesülésének formái és sajátságai periódikusan függnek az elemek atomsúlyának nagyságától."* Mendelejev felfedezésének helyessége már számtalanszor bebizonyosodott; Mendelejev maga is megjósolta, felfedezéséből kiindulva, három, azidőtájt még ismeretlen elem létezését. Mendelejev periódusos rendszere lehetővé tette, hogy a kémiai elemeket belső összefüggésük alapján szemlélhessük — s éppen ebben rejlik az atomisztika további haladásának kiindulópontja.

Engels nagyrabecsülte a lángeszű orosz kémikus felfedezését. „A mennyiség minőségbe való átcsapásáról szóló hegeli törvény öntudatlan alkalmazásával Mendelejev olyan tudományos tettet vitt véghez, amely nem kisebb annál, hogy Leverrier kiszámította az akkor még ismeretlen Neptunus-bolygó pályáját."[3]

De Mendelejev nem tudott hozzáférkőzni az új atomelmélet tulajdonképpeni filozófiai magvához, bár ő tette meg az első lépést a feléje vezető úton. A feladatot Engels oldotta meg. Ezt írta „A természet dialektikájá"-hoz készített jegyzeteiben: „Az új atomelmélet legelőször is abban tér el az összes megelőzőtől, hogy nem állítja, hogy az anyag *csak* diszkrét lehet, hanem elismeri, hogy a különböző nagyságrendű részek (az éter atomjai, a kémiai atomok, a tömegek, az

[3] *Engels:* A természet dialektikája. Szikra kiadás, 1948. 31 old.

égitestek) tulajdonképpen különböző csomópontok, amelyek feltételezik, hogy az anyag létezésének különböző létezési formái vannak, ideértve még azt a formát is, ahol az anyagnak már egyáltalán nincs súlya, ahol már csak a taszítóerő vall az anyag jelenlétére."[4]

A XX. század atomfizikája jelentős mértékben igazolta Engels fenti jellemzésének helyességét. Ez a jellemzés maradéktalanul felöleli a kémiai elemek legmodernebb elméletének, a kvantummechanikának és a magfizikának filozófiai alapjait.

Engels nagy jelentőséget tulajdonított az energia megmaradásáról és átalakulásáról szóló törvény felfedezésének. Sokkal mélyebb lényegre bukkant ő ebben a törvényben, mint megfogalmazói.

A XIX. század tudósai javarészt mennyiségi törvénynek tekintették az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét. Különösen világosan látszik ez az álláspont Helmholtznál, aki mechanikus világnézetéből kiindulva állította fel ezt a törvényt. Helmholtz főképpen a munkamennyiség változatlanságáról, az energia mennyiségének megmaradásáról beszélt és nem vette figyelembe azt a körülményt, hogy a természetben minőségi változások is történnek a mozgásban, a mozgás formáiban és éppen a mozgás formáinak ez a megváltozása, vagyis az energia átalakulása a fizikai folyamatok alapvető feltétele. Mellesleg: Mayer tisztán látta, hogy az energia megmaradásának tétele még nem bizonyítja az energia mechanikai jellegét; de azért még ő is a mechanikai okság elvét tekintette az energia megmaradását és átalakulását kimondó törvény filozófiai alapjának.

Ezzel szemben Engels nemcsak arra jött rá, hogy

[4] *Marx—Engels:* Gesamtausgabe. 681. old.

nem lehet az említett törvényt kizárólag mennyiségi szempontból értelmezni, hanem felfedezte a törvény tartalmát is. Abban az időben, amikor az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét felállították, az „energia" szó még nem vált közkeletűvé és a fizikusok az „energia" helyett az „erő" szót használták. Innen van az, hogy Engels „A természet dialektikája" egyes töredékeiben energiáról beszél, anélkül, hogy ezt a szót használná. De később, amikor a fizikában bevezették az energia kifejezést, Engels is ehhez tartotta magát. Ő ugyan azt vélte, hogy az „energia" szó, bár tagadhatatlanul fölényben van az „erő" szóval szemben, korántsem ábrázolja a maga teljességében a mozgás jelenségét, hanem csupán egyik oldalát: az akciót (vagy a „taszítást") helyezi előtérbe és nem szól a másik oldaláról: a reakcióról (vagy a „vonzásról"). Sőt: ez a kifejezés még „azt a látszatot is megengedi, mintha az ‚energia' valami, az anyag szempontjából külsőleges, kívülről beleplántált volna".[5] Ezért Engels, amikor azokról a különböző formákról beszél, melyekben — a vonzás és taszítás ellentétességének keretei között —, hol kifejlődve, hol visszafejlődve — „az egyetemes mozgás ... végbemegy",[6] rámutat a mozgás formáinak változásaira, mint Meyer, Joule, Helmholtz felfedezéseinek lényegére. A mozgási formák átalakulása úgy megy végbe — teszi hozzá Engels —, „hogy az egyik formájú meghatározott mozgásmennyiségnek mindig a másik formájú mozgás pontosan meghatározott mennyisége felel meg s itt ismét közömbös, melyik

[5] *Engels:* A természet dialektikája, 42. *old.*

[6] U. o. 40. old. Szem előtt kell tartanunk azt, hogy Engels „a vonzást és taszítást nem úgynevezett *‚erőknek'* fogja fel, hanem a *mozgás egyszerű formáinak*" (34. o.).

mozgási formából vesszük kölcsön a mértékegységet, amelyen ezt a mozgásmennyiséget mérjük".[7]

Igen fontos Engelsnek az a gondolata, hogy a mozgás (az energia) nem olyasvalami, ami „az anyag szempontjából külsőleges, kívülről beleplántált dolog volna". Mert ahogyan Mayer az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét tárgyalta, a szó szoros értelmében a felé haladt, hogy az anyagot különválassza az energiától. Engels szerint pedig akármelyik mozgási formát vegyük is, mind az anyaghoz kapcsolódik; az energia átalakulása nem más, mint az *anyag* mozgási formájának megváltozása. Ezért nem választja külön Engels az anyag megmaradásának törvényét az energia megmaradásának törvényétől, hanem úgy tekinti e törvényeket, mint amelyek szervesen összefüggnek egymással. A testek kölcsönösen hatnak egymásra és éppen ez az egymásra való hatásuk a mozgás; és ha figyelembevesszük — írja Engels —, hogy „az anyag mint nem teremthető és el nem pusztítható adottság áll előttünk, ebből az következik, hogy a mozgás ugyancsak nem teremthető és nem pusztítható el".[8]

Az energiának ez a dialektikus materializmus alapelveire támaszkodó értelmezése egyszersmind megadta azt az alapot, amelyen az új fizikai elméleteknek létre kellett jönniök. És valóban: a modern fizika, amely kimutatta az anyag szerkezetének változásai és az energia változásai közti kapcsolatot és az anyag megmaradásának törvényét egyesítette az energia megmaradásának törvényével — fényesen bizonyítja Engels anyag- és mozgáselméletének helyességét.

Továbbá: Engels a mozgás elpusztíthatatlanságát (az energia megmaradását) nemcsak mennyiségi, ha-

[7] *Engels:* A természet dialektikája. 40 old.
[8] U. o., 33. old.

nem minőségi szempontból is tárgyalja. Ezért teheti meg aztán „A természet dialektikája" szerzője, hogy az energia megmaradásának törvényét a termodinamika második főtételével egybekapcsolja.

Mint tudjuk, a termodinamika második főtétele — Clausiustól származó megfogalmazásban —, a világot „hőhalálra" ítéli, azaz Clausius szerint az energia értékét veszti, hő formájában eloszlik a világűrben, ahonnan már nem lehet állandóan kivonni, hogy munkává lehessen átalakítani. Másszóval Clausius hőhalálelmélete azt állítja, hogy a világmindenségben a hőmérsékletek kiegyenlítődnek és az energia különböző formái hőenergiává alakulnak át; ez pedig végső fokon annyit jelent, hogy valamennyi fizikai és kémiai folyamatnak végeszakad, vagyis feltételezi, hogy a mozgás minőségi viszonylatában elpusztítható.

De Engels véleménye szerint — mint már fentebb utaltunk rá —, a mozgást nem lehet elpusztítani, sem mennyiségi, sem minőségi viszonylatában. Az a mozgás — mondja Engels —, amely elvesztette azt a képességét, hogy a számára kínálkozó különböző formákat vegye fel, minőségi szempontból már elpusztítottnak tekintendő. Természetes tehát, hogy Engels ezen a ponton vitába száll Clausiussal: „Clausius — if correct (ha jól értem) —, azt bizonyítja be, hogy a világ a teremtés műve, következésképpen, hogy az anyagot teremteni lehet, következésképpen el is lehet pusztítani, következésképpen az erő (és ennek megfelelően a mozgás) is teremthető és elpusztítható, következésképpen az ‚erő megmaradásának' elmélete mindenestől értelmetlen, tehát értelmetlen valamennyi következtetése is, amelyet ebből a törvényből von le".[9] A modern fizika Engelsnek adott igazat.

[9] *Marx—Engels:* Gesamtausgabe,639. old.

Az, ahogyan Engels az energia problémáját feldolgozta, ragyogó példa arra, hogyan előzte meg a tudomány későbbi fejlődését.

A fentiek során azokat a XIX. századi fizikai és kémiai felfedezésekkel, kapcsolatos gondolatokat tárgyaltuk, amelyeket Engels a dialektikus természetszemlélet kidolgozásánál a leglényegesebbnek tartott. De Engels felvetett sok olyan gondolatot is, amelyek a fizika más problémáival is összefüggnek, nemcsak a már említett felfedezésekkel. Vegyük sorra ezeket is, minthogy tanulmányunk szempontjából szintén érdekesek lesznek.

Hogy kiismerjük magunkat Engelsnek a fizikával kapcsolatos nézeteiben, elsősorban azt kell figyelembevennünk, hogy a XIX. században a fizikai nézeteknek az a rendszere uralkodott, melyet napjainkban „klasszszikus fizikának" nevezünk. Mit értsünk ezen a kifejezésen? Álljunk meg néhány pillanatra ennél a kérdésnél, részletesebb tárgyalását a következő fejezetekre halasztva.

A klasszikus fizika azokat a mindennapos tapasztalatokat és megfigyeléseket általánosítja, melyek a viszonylag kis sebességgel mozgó, aránylag nagy tömegekre vonatkoznak. Alapjait a nagy Galilei (1564—1642), de legfőképpen a lángeszű Newton (1643—1727) rakta le. Ez utóbbi a „Philosophiae naturalis principia mathematica" (A természettudomány matematikai alapelvei) című művében összegezte az őt megelőző századok fizikai ismereteit és rendszerbe foglalta az anyag mozgásának legegyszerűbb formáira vonatkozó törvényeket.

Newton a „Principia" című könyvében az állandó tömegek mozgásának mechanikáját fejti ki. Definiálja a teret, időt, mozgást és anyagot és pompásan alkal-

mazza is ezeket a meghatározásokat a mechanika, fizika, asztronómia területén felvetődő legkülönbözőbb konkrét problémák megoldásánál.

A XVIII. és XIX. században bontakoztak ki teljességgel a „Principia" főbb tételei és a fizika más ágaiban is alkalmazták őket, mint pl. a hangtanban, hőtanban stb. Faraday és Maxwell, majd később Lorentz, akik a XIX. század második felében előbbrevitték az elektromosságtant és mágnességtant, ugyancsak a newtoni mechanika alaptételeit alkalmazták az elektromágneses jelenségek leírásánál. A fizika minden ágában diadalmaskodott a legegyszerűbb testek (atomok, elektromos töltések) létezésének elmélete, amely testek különböző jellegű erőkkel hatnak egymásra.

Tehát a klasszikus fizika túlnyomórészt mechanikus fizika. Sok elme ezt tartotta az egyetlen letagadhatatlan valóságnak. Csak a XX. század fizikai szemlélete zúzta szét ezt a hamis elképzelést. Most bizonyosodott csak be, hogy a klasszikus fizika csupán speciális, szélső esete egy sokkal átfogóbb fizikai szemléletnek.

Hogyan viszonyult Engels a klasszikus fizikához?

Keletkezésének és kialakulásának korszakában a klasszikus fizika a fentiekből világosan kitűnik, így vagy amúgy a metafizikai materializmushoz kapcsolódott Erről a körülményről nem szabad megfeledkeznünk, ha meg akarjuk magyarázni Engels viszonyát a klasszikus fizikához. Engels bírálja azokat a metafizikai túlkapásokat, amelyeket a klasszikus fizika képviselői követtek el a fizikai fogalmak és elméletek felállításánál; ugyanakkor pedig a XIX. század fizikai felfedezéseit véve alapul, a dialektikus módszert helyezi előtérbe a természeti jelenségek megismerésénél. Ezt láttuk, amikor azt vizsgáltuk, hogyan tárgyalja

Engels az atomelméletet, valamint az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét, ugyanezt mutathatjuk ki a többi, Engelst foglalkoztató fizikai problémánál is.

Engels például kifogásolja azt az ő idejében elterjedt nézetet, amely szerint csupán a vonzás az anyag elmaradhatatlan tulajdonsága. „De a vonzást és taszítást éppen annyira nem lehet egymástól különválasztani, mint a pozitívot és a negatívot — írja Engels — és éppen ezért már egyedül a dialektika alapján is megjósolhatjuk, hogy az igazi anyagelmélet épp olyan fontos helyet fog juttatni a taszításnak is, mint a vonzásnak."[10] A fizika fejlődése ismét csak Engels jóslatát igazolta.

Felfedezi Engels azt is, hogy a klasszikus fizikában csak bizonyos megszorításokkal alkalmazhatjuk az „erő" fogalmát és meg is jelöli a fogalom alkalmazási területének határait. Különösen nagy jelentőségre tett szert a XX. század fizikájában Engelsnek az a tétele, hogy „a testek magukban véve nem mozognak; mozgásról csak viszonylagos értelemben beszélhetünk". A viszonylagos mozgás kérdésére a IV. fejezetben még visszatérünk.

Még egy példát említünk meg, amely híven tükrözi Engels viszonyát a fizika problémáihoz. „Elektromosság" c. tanulmányában Engels jelentőségükhöz képest foglalkozik Faraday nézeteivel és megjósolja, hogy az elektromosság tudománya az elektromos és kémiai jelenségek egybefogása felé halad. És itt fejezi ki híres gondolatát, hogy az elektromosság területén még mindig várat magára az a felfedezés, amely felér Dalton felfedezésével a kémiában; ez a felfedezés hiányzik még ahhoz, hogy az elektromosságtan egy

[10] *Marx—Engels:* Gesamtausgabe. 677. old.

egésszé forrjon össze és szilárd alapot nyujthasson a további kutatásokhoz. Az elektron felfedezése — amely elsősorban Thomson érdeme —, volt éppen a várvavárt felfedezés; ez nyitott új utakat az elektromosságtan fejlődése előtt is és az anyagszerkezet elméletének fejlődése előtt is.

Erdekes Engelsnek még egy másik megjegyzése is. Az „Anti-Dühring" régi előszavában azt a gondolatot fejtegeti, hogy a természettudományban gyakran merülnek fel olyan elméletek, amelyekben a reális viszonyok a fejük tetejére állnak és tükörképeik szerepelnek objektív valóságként. Ezeknek az elméleteknek csak arra van szükségük, hogy talpraállítsák őket, éppen úgy, ahogy Marx állította talpra Hegel dialektikáját. Ezek közé az elméletek közé sorolja Engels a hőanyagelméletet és a flogisztonelméletet. Utal rá, hogy a XIX. század természettudománya nem vetette el teljesen ezeket. És valóban ezeknek a keretében fedezték fel a természeti törvényeket és gyüjtötték fel azt a kísérleti anyagot, amelynek segítségével magukat az elméleteket talpraállíthatták és olyanokkal helyettesíthették őket, melyek helyesen és nem fantázia-képben tükrözik vissza a természet jelenségeit. A mechanikai hőelmélet szükségszerűen talpraállította a hőanyagelméletet; ugyanezt cselekedte Lavoisier elmélete a flogisztonelmélettel, miközben megőrizték és felhasználták mind a hőanyagelmélet, mind a flogisztonelmélet tapasztalati eredményeit. Úgy véljük, hogy Engels ezen elképzelései alkalmazhatók az olyan fizikai elméletre is, mint amilyen a klasszikus fizika éterelmélete, mely Lorentz éterelméletében bontakozott ki legteljesebben. Nézetünk szerint a mozgás valóságos tényeinek fantázia-képben való tükröződése volt ez az elmélet: itt a szükséges talpraállítást a relativitás-elmélet hajtotta végre.

Íme néhány példa arra vonatkozóan, hogyan oldotta meg Engels a tudomány által felvetett aktuális kérdéseket. A materialista dialektika ismerete és mesteri alkalmazása lehetővé tette Engels számára, hogy ne álljon meg a korabeli természetbúvárok szűk látókörű nézeteinél, hogy nyilvánvalóvá tegye, mi túlhaladott és mi életképes a XIX. század természettudományos elméleteiben.

De Engels, mikor a korabeli fizikusok metafizikai túlkapásait és nézeteiknek egyoldalúságát bírálja, általában s egészében nem lépi túl a klasszikus fizika kereteit. S ez érthető is. A marxizmus általában és a dialektikus materializmus különösen nem sejtésekből és fantasztikus feltevésekből indul ki, amikor az objektív világot tanulmányozza, hanem tényekből. És Engels idejében még nem ismert a tudomány olyan tényeket, amelyek a klasszikus fizika fogalmainak és elméleteinek alkalmazhatóságát korlátozták volna. Ezeket a tényeket csupán Engels halála után fedezte fel a tudomány. És éppen ezek a tények lettek az új, nem-klasszszikus fizika alapkövei. Mint tudjuk, ezeknek a XIX. század vége — XX. század eleje fizikájában felfedezett új tényeknek materialista általánosítása már Lenintől származik.

Marx és Engels kimerítően dolgozta fel a filozófia és a természettudomány viszonyának problémáját is. Bebizonyították, hogy a XIX. századi tudományos felfedezések nyilvánvalóvá tették, hogy a természettudományban egyszersmindenkorra tarthatatlan a metafizikai világnézet. A természetben nincsenek állandó dolgok: minden, ami merevnek, szilárdnak tűnik, a valóságban folyékony; minden, ami mozdulatlan, mozog valójában, minden, ami örökösnek látszik, múlandó.

Ez a nézet, mely szerint minden létező állandóan változik, olyannyira belerögződött a XIX. század tudósainak tudatába, hogy közülük szinte senki sem szállt nyiltan szembe vele. De a valóságban nem csekély távolság választja el ennek az eszmének szavakban való elismerését, minden egyes esetben, valamennyi tudományágban való konkrét alkalmazásától. Mint már láttuk, az ósdi metafizikus hagyományok kerekedtek felül sok XIX. századbeli természetbúvár elméjében, a pusztulásra ítélt elmélet holt keze megragadta az eleven gondolatot. Az Engels-korabeli tudósok nézeteinek jellemző sajátsága a természeti jelenségek egyoldalú, mechanikus szemlélete.

Mivel magyarázható a XIX. századi természettudománynak ez az állapota?

Engels szerint az a bajok főforrása, hogy a XIX. századi természettudomány a haladó filozófiától elszakadva fejlődött.

A XVI—XVIII. században még kéz a kézben halad a természettudomány fejlődése és módszertani megalapozása. Egyrészt ennek a korszaknak nagy tudósait tudományos tevékenységükben koruk haladó filozófiai nézetei vezérlik és ezek segítségével magyarázzák meg a természeti jelenségeket (Galilei), másrészt pedig gyakran fordult elő, hogy maguk a filozófusok egyszersmind nagy természetbúvárok is voltak (Descartes), vagy legalább is törekedtek arra, hogy megoldják azokat a központi problémákat, melyek — közvetlenül vagy közvetve — kapcsolatban voltak koruk természettudományával (Bacon, Leibniz, Kant, a francia materialisták).

De a XIX. században a természetbúvárok nem ismerik azt a filozófiát, amely összhangban van szak-

tudományok nagy felfedezéseivel, nem ismerik a dialektikus materializmust. A XIX. században éppen ezért nem tudatosan, s ennek folytán ellentmondásosan és lassan halad a természettudomány a dialektika felé. Engels mélyrehatóan elemezte ezt a haladást és feltárta tartalmát; kimutatta, miért kell okvetlenül áttérniök a természebúvároknak a metafizikus gondolkodásról a dialektikus gondolkodásra.

Előbb azonban arra derítsünk fényt, milyen kapcsolatok voltak a XIX. század első felében a természettudomány és a filozófia között.

Meg kell jegyeznünk, hogy 1800 és 1840 között a természetbúvárok között igen elterjedt a német idealisták, Kant, Schelling és Hegel természetfilozófiája. Így Mayer és Oersted Schelling hatása alatt álltak; Helmholtz kantiánus volt; Faraday, mint ő maga is mondja, felfedezéseinél abból „a szilárd meggyőződéséből indult ki, amely filozófiai elképzeléseiből fakadt". A XIX. század természetfilozófiájának alapelve arra késztette a természetbúvárokat, hogy kapcsolatokat keressenek a természeti jelenségek között; ez a törekvés nyomta rá bélyegét a XIX. századbeli új természettudományos eszmék és elméletek kialakulására s nem véletlenül jegyezte meg Engels, hogy „a természetfilozófusok úgy viszonylanak a tudatosan dialektikus természettudományhoz, mint az utópisták a modern kommunizmushoz".[11]

A természettudomány további fejlődése elveti a természetfilozófiát. A természetfilozófia a természetbúvárok általános támadásának céltáblájává válik. S ezt a támadást nem lehet csupán azokkal a sületlenségekkel és ostobaságokkal megmagyarázni, amelyek a

[11] *Engels:* Anti-Dühring, 12. old.

régi természetfilozófiát jellemezték. A természetfilozófia pusztulásának sokkal mélyebb okai is voltak: elsősorban idealista kiindulópontja és az erre felépült filozófiai rendszer, amelyhez a természetfilozófia szervesen hozzánőtt, másodsorban pedig azok a társadalmi és politikai viszonyok, amelyek között az akkori természettudomány fejlődött.

Schelling és Hegel idealizmusa elsősorban azért nem birkózott meg a természettudománnyal, mert nem megismerte, hanem inkább kiagyalta a valóságot, kapcsolatot teremtve a valóság egyes tényei között, holott éppen fordítva kellett volna eljárnia: az adott tényekből kiindulni, ezeknek a tényeknek kapcsolatát feltárni, majd pedig e tények és kapcsolatok létezését kísérleti úton bebizonyítani. De ha az idealizmus valóban ezt az utat járta volna meg, úgy megszűnt volna idealizmus lenni; hiszen a természetet úgy értelmezni, mint amilyen, idegen belolakodásoktól mentesen, ez éppen a materialista természetszemlélet sajátsága. Világos, hogy a német idealista filozófia nem tudta megoldani azokat a feladatokat, amelyeket a természettudomány felvetett, pedig ezeknek a feladatoknak a száma egyre jobban és jobban szaporodott, minthogy az ipari fellendülés új lehetőségeket teremtett a természettudományok fejlődésében.

A XIX. századi természettudomány és filozófia közti kapcsolatot felfedve Engels utalt rá, hogy az 1848-as németországi forradalom leverése után gyökeres fordulat állott be a filozófia terén. A természettudósok egyre inkább eltávolodtak a klasszikus német filozófiától. De a hegelianizmussal együtt sutbadobták a dialektikát is, Büchner, Vogt, Molleschott vulgáris materialista iskolái és különféle idealista iskolák kerültek most előtérbe, amelyek a régebbi idealista rendszerek

egy-egy hulladékából foltozták össze nézeteiket. Ezt a „gyökeres fordulatot a filozófia terén" *(Engels)* főként az a politikai reakció váltotta ki, amely az 1830—1948. évek chartista mozgalma és forradalmai után következett; de közrejátszott benne az akkori ipari fellendülés is. A filozófia e fordulatának igen komoly következményei voltak a természettudományban.

Az eddig elmondottak után már konkréten is válaszolhatunk kérdésünkre: miért nem alakult át a XIX. század természettudománya tudatosan dialektikus materialista természettudománnyá?

A természettudomány valamennyi felfedezése és felhalmozott adata azt bizonyította, hogy a természetben minden folyamat dialektikusan megy végbe, vagyis minden természeti folyamat a dialektikus materialista világnézet helyességét igazolja. De a természettudósok továbbra is régi módra „gondolkodtak", a régi metafizikai gondolkodásmód uralkodott továbbra is a természetbúvárok fejében. És innen fakad a XIX. század természettudományának valamennyi ellentmondása. Engels így ír erről az Anti-Dühringben: „... a felfedezett eredményeknek a hagyományos gondolkodásmóddal való ezen összeütközéséből megérthető az a határtalan zűrzavar, amely most az elméleti természettudományban uralkodik és tanítókat és tanítványokat, írókat és olvasókat egyaránt kétségbeejt.".[12]

Marx és Engels eleven képet festett koruk filozófiájának és természettudományának egymáshoz való viszonyáról.

Engels a „Természettudomány a szellemek világában" című cikkében világosan kimutatja, hogy az empirikus természetbúvárok mily könnyen válhatnak mindenféle sarlatánok — spiritiszták, misztikusok stb.

[12] *Engels:* Anti-Dühring, 23 old.

— zsákmányává, ha azt a sekély, megvetésre méltó elméletet követik, amely bizalmatlanul áll szemben az empirizmus filozófiai gondolkodásával.

Marx és Engels élesen bírálja Büchner és társai sekély empirizmusát és vulgáris materializmusát, de bírálja a mechanikus materializmust is. Természetes, hogy nem mehettek el az ál-materialista Dühring nézetei mellett anélkül, hogy a legrészletesebben szálaira ne szedjék őket.

Dühring a forradalmi proletariátus ellensége, a fajok közti különbség reakciós elméletének védelmezője volt, antiszemitizmust hirdetett és eszméit „szocialista" frazeológiába burkolta.

Dühring elméleteinek jellegét már pusztán abból is megítélhetjük, hogy Henri Bernstein, a revizionizmus atyja, Dühring tanítványa és híve volt.

A filozófia terén lényegében ugyanazt az álláspontot foglalta el Dühring, mint a vulgáris materialisták; a természettudomány terén pedig gyakran tett engedményeket az idealizmus javára, habár állandóan azt bizonygatta, hogy ő materialista. Teljesen érthető, hogy Marxnak és Engelsnek — akik a forradalmi elmélet tisztaságáért harcoltak a német szociáldemokrácia opportunista szárnyával szemben és a természettudomány haladó eszméit védelmezték —, le kellett számolniok Dühringgel. Ennek a harcnak ragyogó példája Engels „Anti-Dühring" című munkája.

A metafizikai materializmus bírálata mellett megsemmisítő bírálat alá veszik Marx és Engels az idealizmust is és leleplezik osztály-jellegét. Ennek a bírálatnak óriási jelentősége van a természettudományban. Különösen érdekesek Engelsnek azok a megjegyzései, amelyekben a korabeli természetbúvároknál megnyilvánuló agnoszticizmusról szól.

„Ahhoz, hogy megtudhassuk, mit képes elérni a mi gondolkodásunk — írja Engels —, egyáltalán nem szükséges Kant után 100 évvel arra törekednünk, hogy az ész kritikájából, a megismerés eszközeinek kutatásából kiindulva meghatározzuk a gondolkodás határait; épp olyan haszontalan ez, mint amilyen haszontalan Helmholtz álláspontja, aki látásunk tökéletlenségét hibáztatja azért, hogy szemünk hamis, vagy megbízhatatlan értesüléseket szolgáltat nekünk a szemmel látható világ sajátosságairól. Azt, hogy mit képes elérni gondolkodásunk, sokkal inkább megláthatjuk abból, amit már elért és amit napról-napra ér el. Ennyi pedig teljesen elegendő mennyiségileg is és minőségileg is."[13]

„A természet dialektikája" nemcsak Helmholtzot bírálja, de Maxwellt, Tyndallt és a többi olyan természettudóst is, aki valamit is megismerhetetlennek tart a természetben. Engels tisztán látja az effajta nézetek okait. Véleménye szerint az emberi megismerés viszonylagossága, ha a természettudósok nem rendelkeznek kellő logikai és dialektikai felkészültséggel, könnyen azt a nézetet váltja ki az utóbbiakban, hogy az ember nem képes a dolgok lényegét megérteni.

Ha tovább visszük ezeket az engelsi gondolatokat, úgy rábukkanunk a XX. század fizikai idealizmusának egyik okára, amelyről Lenin is írt. Éppen Lenin mutatott rá arra, hogy tudásunk viszonylagosságának elve — amely elv rendkívüli erővel hódítja meg magának a fizikusokat a régi elméletek hirtelen bukásának időszakában —, ez az elv óhatatlanul idealizmusra vezet, ha alkalmazója a dialektikát nem ismeri. A természettudomány elavult elméleteinek és fogalmainak bu-

[13] *Marx—Engels:* Gesamtausgabe, 665—66. old.

kása, mely Marx és Engels korában ment végbe, még nem vonta maga után az egész tudomány válságát és a kor természetbúvárai inkább csak kacérkodtak a kanti „magukbanvaló dolgok"-kal, kacérkodtak a „megismerhetetlen"-nel, minthogy pártjára is állottak volna. És csak a XX. században, Lenin korszakában, amikor a természettudomány fejlődési viszonyai lényegesen megváltoztak, csupán akkor jelent meg a tudományban a fizikai idealizmus.

Milyen kivezető utat mutat hát Engels a természettudományban kialakult helyzetből?

Ez a kivezető út valójában a XIX. század természettudományát jellemző ellentmondások, az elért tudományos eredmények és a természettudósok metafizikai gondolkodásmódja közti ellentmondások megoldása: vagyis, Engels szavaival, „. . . . csakugyan nincs itt más kivezető út . . . mint a visszatérés, egy vagy más alakban, a metafizikai gondolkodástól a dialektikus gondolkodáshoz".

„Ez a visszatérés — folytatja Engels — utat törhet magának elemi módon, egyszerűen maguknak a természettudományos felfedezéseknek ereje által, melyek nem engedik többé magukat a régi metafizikai Prokrustes-ágyba gyömöszölni. Ez azonban hosszadalmas, nehézkes folyamat, melynél rengeteg felesleges surlódást kell leküzdeni."[14] A surlódást pedig csakis a dialektikus filozófia elsajátításával lehet elkerülni — ezt a célt tűzi ki Engels a tudósok elé. Tehát Engels a korabeli természettudomány nehézségeinek és ellentmondásainak megoldására csak egy módot lát: azt, hogy a természettudósok tudatosan alkalmazzák a dialektikus materializmust.

[14] *Engels:* Anti-Dühring, 314—15. old.

Engels felhívása nem lelt visszhangra a természetbúvárok körében. Sokan közülük észrevették ugyan, hogy ingadozik tudományuk elméleti alapja, de osztályjellegükből fakadó korlátoltságuk megakadályozta őket abban, hogy a marxizmushoz forduljanak. Környezetük, amelyekben ezek az emberek élnek, mindenestől eltaszította őket Marxtól és Engelstől és a rothadt kincstári filozófia karjaiba lökte őket — írja joggal Lenin a korabeli tudósokról. A természettudomány fejlődésének nehézségei, melyekről Engels írt, a XIX. és XX. század határán a természettudomány válságává nőttek. Újból felmerült a természettudomány fejlődésében megnyilvánuló ellentmondások kérdése. S ekkor jelent meg Lenin.

*

Lenin továbbfejlesztette Engels alapvető eszméit a természettudomány adatainak filozófiai általánosításával kapcsolatban. „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvében olyan materialista általánosítását adta Lenin az 1895—1908-as évek fizikai anyagának, amely a fizika további fejlődési szakaszaiban is megőrizte jelentőségét. A „Filozófiai füzetek" és „A harcos materializmus jelentősége" című munkáiban pedig hatalmas erővel hangsúlyozza ki Lenin a dialektikus materializmus szerepét a természettudományban.

Engelsnek a természettudomány kérdéseivel foglalkozó munkáihoz fordul Sztálin elvtárs is, amikor Marx és Engels tételeit fejti ki és konkretizálja, amikor a marxista dialektikus módszert és a marxista filozófiai materializmust jellemzi. Ezzel kapcsolatban felbecsülhetetlen a természettudomány számára Sztálin elvtárs „A dialektikus és történelmi materializmusról" című munkájának értéke. Ebben a művében nemcsak

megmagyarázza a szerző, rendkívül mélyenjáróan, hogy a természetben minden dialektikusan megy végbe, de megtalálják benne a természettudósok azt a vezérlő eszmét is, amely a természet helyes kutatását, megismerését egyedül teszi lehetővé.

A materialista dialektika — Marx és Engels módszere, melyet Lenin és Sztálin fejtett ki s konkretizált —, korunk haladó tudományának módszere, a világ megismerésére és megváltoztatására.

Második fejezet

A XX. SZÁZADI FIZIKA FEJLŐDÉSÉNEK RÖVID JELLEMZÉSE

Az új fizika, melyet Lenin zseniálisan jellemzett „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvében, az imperializmus korában született és fejlődött, abban a korban, amikor a kapitalista társadalom ellentmondásai végletesen kiéleződtek, a kapitalizmus fejlődése pedig fölöttébb egyenlőtlenné és ugrásszerűvé vált.

Az imperializmus tulajdonképpeni, legmélyebb alapja — mutat rá Lenin —, a monopólium. A XX. században a finánctőke lett az úr a kapitalista országokban. A monopólium a technikára is rányomta bélyegét és ugyanakkor, így vagy amúgy, a természettudományra is hatott. „Amilyen mértékben, ha rövid időre is, monopolista árakat állapítanak meg, olyan mértékben tűnnek el bizonyos fokig a technikai s következésképpen minden egyéb fejlődésre, előrehaladásra késztető okok; olyan mértékben jön létre továbbá a technikai haladás mesterséges feltartóztatásának *gazdasági* lehetősége"[1] — írja Lenin „Az imperializmus mint a kapitalizmus legfelsőbb foka" című munkájában.

Lenin gondolatának igazságát, hogy t. i. a mono-

[1] *Lenin:* Válogatott művek I., 999—1000. old.

pólium irányzata a rothadás felé mutat, bizonyítja az atomenergia felfedezése is. A modern monopolkapitalizmus minden úton-módon megakadályozza, hogy az atomenergiát békés célokra használják fel. A monopolkapitalizmus a technika és a tudomány minden erőfeszítését arra összpontosítja és azért fokozza, hogy ezt a hatalmas természeti erőt a hadviselésben alkalmazza.

De rámutatott Lenin arra is, hogy az imperializmus korában a technika a rohamos fejlődés idejét éli, hogy ebben a korban hatalmas technikai vívmányok születnek; ugyanakkor kiemeli Lenin azt a tényt, hogy ezeket a vívmányokat a kapitalizmus viszonyai között nem lehet teljesen kihasználni. Hogyan lehetséges akkor, hogy a technika mégis hétmérföldes léptekkel halad előre?

Ez avval magyarázható, hogy a monopólium a kapitalizmusban sohasem tudja teljesen és hosszabb időre kiküszöbölni a konkurrenciát a világpiacról. A finánctőke uralmának korában is változatlanul érvényben marad a termelési költségek technikai tökéletesedés útján való csökkentésének, illetve a profit növelésének irányzata.

A kapitalista rothadás jellegének megértése szempontjából nagy a jelentősége Sztálin elvtárs következő gondolatának: „Nem igaz — írja —, hogy a kapitalizmus rothadásának elmélete, melyet Lenin az „Imperializmus"-ban állított fel, mintegy kizárná a kapitalizmus fejlődését. Lenin teljességgel bebizonyította az „Imperializmus" című brosurájában, hogy a kapitalizmus fejlődése nem megszünteti, hanem feltételezi és előkészíti a kapitalizmus fokozatos rothadásának tényét."[2]

A XX. században óriási fejlődésnek indult az elektrotechnika, a vegyiipar, a rádiótechnika. A má-

[2] *Sztálin:* Az ellenzékről, 172. old. (oroszul).

sodpercenként 50 periódusú váltóáram mellett tág tere nyílott a magasfeszültségű — másodpercenként többmillió periódusos — váltóáram alkalmazásának is. A szintétikus anyagok termelésében új iparágak jöttek létre. A percenkint csupán néhányszáz fordulatot tevő gőzgépek helyébe megjelentek a percenkint tízezres fordulatszámú gőzturbinák; egyszerre keletkeztek végletekig finom gépezetek és óriási méretű gépcsoportok, automatikus gépek, futószalagok és egyéb, óriási sebességgel mozgó és hatalmas teljesítőképességű gépek és hajtóművek. Az új technikai sikerek folytán nagy fejlődésnek indult a haditechnika is, amelyet nem is lehet egy napon említeni a XIX. század haditechnikájával.

Az új technika és további haladása adta meg az alapot a természettudományok, elsősorban a fizika fejlődésére. Nem véletlenül jellemezte Lenin „a legújabb forradalom"-ként a fizika fejlődésének általa tárgyalt időszakát. Ez a forradalom, amelyet a fizika a XIX. és a XX. század határán élt át, még napjainkban is tart.

A modern fizika fejlődése nemcsak ennek tapasztalati tartalmát érinti, hanem legmélyebb elméleti alapjait is. A XX. század fizikája jelentékenyen elmélyítette az anyag szerkezetére és sajátságaira vonatkozó ismereteket, amelyek a XIX. században nem mentek túl az atomon; új tér-, idő- és mozgáselméletet állított fel, mely aláásta az evvel a problémával kapcsolatos régebbi fizikai elképzeléseket; megalkotta az atomnál kisebb részecskék mozgásának mechanikáját, azokét a részecskékét, melyeknek létezését a régi, klasszikus fizika nem is gyanította.

Néhány fizikus idealista következtetéseket vont le az új fizikából; ezeket a következtetéseket szemelte ki és használta fel a filozófiai idealizmus.

A klasszikus fizika főbb törvényeinek és alapelveinek bukását több tudós úgy magyarázta, hogy ez azt bizonyítja: a fizika törvényei és elvei nem az ember tudatától független objektív valóságot tükrözik vissza, hanem ennek a tudatnak a szüleményei. Így keletkezett a fizikai idealizmus, amely szerint az új fizikai felfedezések állítólag cáfolnák a fizikai elméletekben visszatükröződő objektív világ létezését, vagy legalábbis kétséget ébresztenének ennek a világnak létezése felől.

Mindez kifejezésre jut Leninnek azokban a mondataiban, amelyek a modern fizika válságának a lényegéről szólnak. „... Filozófiai tekintetben a ‚jelenkori fizika válságának' a lényege abban van — írja —, hogy a régi fizika elméleteit az ‚anyagi világ valóságos megismerésének', azaz az objektív valóság visszatükröződésének tekintette, a fizika új áramlata az elméletben csak szimbolumokat, jeleket, gyakorlati célokat szolgáló megjelöléseket lát, vagyis tagadja a tudatunktól független s tudatunk által visszatükrözött objektív valóság létezését."[3]

Ugyanakkor Lenin több irányban is kidolgozza azt a gondolatot, hogy a fizika új felfedezései és elméletei tovább bővítették a természetre vonatkozó ismereteinket, hogy ezek a felfedezések és elméletek a tudomány győzelmei közé tartoznak és a materializmus igazát bizonyítják. A fizika válsága tehát Lenin szerint nem egyéb, mint a fizikai tudomány *növekedésének* válsága.

Ezeket a nézeteket nagy, tényeken alapuló anyagra kiterjesztve Lenin a következőkben foglalja össze a modern fizika válságának lényegét: „A jelenkori fizika válságának *lényege* abban van, hogy a régi törvényeket és alapelveket összezúzzák, hogy elvetik a tudaton-

[3] *Lenin*: Materializmus és empiriokriticizmus, Szikra kiadás, Budapest, 1949. 260. old.

kívüli objektív valóságot, azaz abban, hogy a materializmust az idealizmussal és agnoszticizmussal cserélik fel."[4]

Lenin tehát, mikor meghatározza a természettudomány válságának lényegét, hangsúlyozza, hogy e válság kétféle megnyilvánulása — egyik: hogy az új felfedezések összezúzták a régi törvényeket és alapelveket, másik: hogy a materializmust idealista és agnosztikus feltevésekkel cserélték fel — szerves egységet alkot. Egyedül a fizika válságának lényegéről adott lenini „kettős-egységű" meghatározás fényénél tájékozódhatunk el azokban a kérdésekben, amelyeket a XX. században a természettudomány rohamos fejlődése felvetett.

Mint már utaltunk rá, az új fizikai felfedezések maguk után vonták a klasszikus fizikában felállított fizikai elvek, törvények, fizikai fogalmak bukását.

Az első ilyen elmélet, mely gyökeres változáson ment át, az anyag szerkezetének elmélete volt. A fizikában már Newton óta hozzászoktak ahhoz, hogy az anyagot az iners, tehetetlen tömeggel azonosítsák, amely természetét nem változtatja és amelyet csak külső erők hoznak mozgásba. Az atomokat, amelyek a XIX. század tudománya szerint a világszerkezet alapját képezik, változhatatlanoknak és oszthatatlanoknak tekintették, olyan testeknek, amelyek, tulajdonságaikat tekintve, hasonlítanak a nagy, az ember mindennapos tapasztalatából ismert testekhez. Az új felfedezések súlyos csapást mértek ezekre az elképzelésekre, megdöntötték az atom oszthatatlanságának, sérthetetlenségének és változhatatlanságának dogmáját s arra késztették a tudományt, hogy vizsgálat alá vegye az anyaggal kapcsolatos régebbi fogalmakat.

---

[4] U o, 261. old

Az 1869-ben felfedezett katódsugarak tanulmányozása a század kilencvenes éveiben arra a meggyőződésre vezetett, hogy a katódsugarak negatív töltésű elektromos részecskékből állanak, amelyek közel kétezerszer könnyebbek a hidrogén atomjainál, a legkönnyebb kémiai atomoknál. Kiderült, hogy ezek a részecskék a negatív elektromosság atomjai — elektronok —, melyeknek létezésével a tudósok már azelőtt is számoltak.

Az elektronok létezésére vonatkozó feltevés, J. J. Thomson és más tudósok kutatásainak eredményeként, bebizonyított ténnyé vált. Elektronokat fedeztek fel a fény-, hő- és kémiai jelenségek tanulmányozásánál is. Ugyanígy kutatták ki a csősugarakat és anódsugarakat is, amelyek pozitív töltésű részecskéknek bizonyultak.

A továbbiak során kiderült, hogy az elektronok tömege változó, mégpedig az elektronok mozgássebességétől függően változik. A fizikusok ennek a ténynek alapján felülvizsgálták a tömeg régi mechanikus fogalmát és az elektromágneses tömeg fogalmának rendelték alá.

A katódsugarak hatásának tanulmányozása új nevezetes jelenségek felfedezésére vezetett. 1895-ben olyan sugarakat fedezett fel Röntgen (később ezeket a sugarakat róla nevezték el), melyek áthatolnak a nem átlátszó tárgyakon és, az ultraviolett (ibolyántúli) sugarakhoz hasonlóan, szemünkkel nem érzékelhetők, de a fényképlemezre hatást gyakorolnak. 1896-ban Becquerel új sugarakat fedezett fel; ezek, akárcsak Röntgen sugarai, keresztülhatolnak különböző tárgyakon és hatást gyakorolnak a fényképlemezre, de, ez utóbbi sugaraktól eltérően, maguktól jönnek létre, nem pedig katódsugarak hatására. Becquerel azt a jelenséget fedezte fel, mely később a rádióaktivitás nevet

kapta: az uránsó volt az első anyag, amelynek segítségével a rádióaktivitást felfedezték.

Becquerel felfedezése új kísérleteknek vált kiindulópontjává. A Curie-házaspár felfedezte a rádiumot, az egyik legérdekesebb rádióaktív elemet. A rádium és a többi rádióaktív anyag külső beavatkozás nélkül és állandóan energiát bocsájt ki magából. A rádióaktív anyagoknak ez a jellemző sajátsága az első időkben zsákutcába vezette a fizikusokat: néhányan közülük, mint pl. Henri Poincaré, azt hangoztatták, hogy a radium megdönti az energia megmaradásának elvét. Azonban két angol tudós, Rutherford és Soddy arra a feltevésre jutott, hogy az energiakibocsátás az atomban beállott változás következménye, amely változás során az egyik kémiai elem atomjai átalakulnak egy másik kémiai elem atomjaivá. És valóban: a rádióaktív folyamatok vizsgálata során sikerült felfedezni olyan új kémiai elemek keletkezését, amelyek kisebb energiatartalékkal rendelkeztek.

Az anyag szerkezetével kapcsolatos kutatásokban az 1900-tól 1913-ig terjedő időszakot a Rutherford—Soddy-féle atomrombolás-elmélet fejlődése jellemzi, valamint az izzó testek és gázok színképeire vonatkozó hatalmas tényanyag rendszerezése, a röntgensugarak alkalmazása a kristályok szerkezetének vizsgálatában stb. Különösen erőteljes fejlődésnek indul ebben az időben az elektromosságtan: az elektromos töltések és az elektromágneses tér közti kapcsolatot kutatják, pontosan meghatározzák az elektron töltésének és tömegének nagyságát, ugyanígy a pozitív elektromos töltésű elemi részét, a protonét is, amely a hidrogén-atom magját alkotja, stb.

Az első időkben nagy nehézségekkel járt a rádióaktivitásnak a Mendelejev-féle periodikus törvény alap-

ján való értelmezése: a felfedezett rádióaktív elemek száma nagyobbnak bizonyult, mint amennyit a periodikus rendszer külső formája (a rekeszek száma) „engedélyezett". De lényegében a periodikus törvény már magában foglalta az elemek átalakulásának gondolatát, és amint a fizika fejlődése megmutatta, a rádióaktivitás indokolta meg csak teljesen a periodikus törvényt, amennyiben új anyaggal járult hozzá e törvény tartalmának kibővítéséhez és formájának megváltoztatásához. A rádióaktív átalakulások behatóbb kutatásai során felfedezték az úgynevezett izotópokat, azaz az egyes kémiai elemeknek olyan válfajait, amelyek Mendelejev periódusos rendszerében egy és ugyanazon rekeszt foglalják el. Ez a felfedezés pedig odavezetett, hogy szükséges volt felülvizsgálni a kémiai elem régi fogalmát, amelynek az atomsúly volt lényeges ismertetőjele. Most ennek az ismertetőjelnek a szerepét az atommag töltése vette át.

Ez utóbbi nézet diadalát Moseley, Rutherford tanítványa készítette elő. Ő fedezte fel a kémiai elemek röntgensugarakkal való színképelemzését; ez az eljárás tette lehetővé azt is, hogy meghatározzák a periodusos rendszerben azt a helyet, amelyet az illető kémiai elem elfoglal. Ilymódon létrejött az atomok rendszámának fogalma; ez azt a tényt fejezi ki, hogy, Mendelejev periodikus törvénye szempontjából, valóban természetes sorrend fedezhető fel az elemek egymásutániságában. E nézet szerint a hidrogéntől az uránig pontosan 92 elem létezik.

Mindezeknek a problémáknak a megoldását egyedül az atom szerkezetének a felderítése tette lehetővé. A felbonthatatlan atom helyébe az új fizika az elektronokból és atommagból álló atomrendszert állította. Rutherford az anyagon keresztülhatoló alfasugarak

szóródását vizsgálva arra a következtetésre jutott, hogy az atom pozitív töltése az atom magvában helyezkedik el, nem pedig szétszórva az egész felületén, ahogyan azt Thomson, az úgynevezett statikus atommodell megalkotója állította. Rutherford szerint a pozitív töltésű atommag körül keringenek az elektronok, éppen úgy, mint ahogy a bolygók keringenek a nap körül.

Rutherford atommodellje helyesen általánosította a XX. század első évtizedében felgyülemlett tapasztalati anyagot, de ellentmondásba került az elektromágneses jelenségek klasszikus elméletével.

Ennek az elméletnek értelmében a mag körül keringő eletronoknak állandóan energiát kell kibocsátaniok és a mag felé kell közeledniök, vagyis az atomnak szakadatlanul változtatnia kell optikai sajátságait. Ezzel szemben, mint ezt a tapasztalat bizonyítja, az atom szerkezete rendkívül szilárd és nem változtatja optikai sajátságait. Rutherford, mikor atommodelljét megalkotta, tudta, hogy nem minden fizikus ért majd ezzel egyet. De csak 1913-ban, két évvel a rutherfordi atommodell megjelenése után oldotta meg Niels Bohr dán fizikus ezt a mély ellentmondást. Bohrnak az atomra vonatkozó nézeteire még majd visszatérünk.

*

A XX. századi fizika nagy fordulatot idézett elő a térrel és az idővel kapcsolatos fizikai fogalmak területén is.

A klasszikus fizika helyesen állapította meg, hogy a tér és az idő objektív fogalom. A teret úgy képzelte el, mint ami egyszerűen tartalmazza az anyagot, az időt pedig úgy, mint a benne lezajló eseményektől független, üres időtartamot. Ezt az elképzelést, mely a teret és az időt szétválasztotta egymástól is és az anyag-

tól is, a speciális (1905) és az általános (1916) relativitáselmélet döntötte meg. Einstein relativitáselmélete nemcsak azt bizonyította be, hogy szoros belső kapcsolat van a tér és az idő között, hanem azt is, hogy sajátságaikat az anyag helyzete és jellegzetességei határozzák meg.

A klasszikus fizika úgy tárgyalta a teret és az időt, hogy ezt össze lehetett egyeztetni az abszolút űr elismerésével is (e felé a nézet felé hajlott Newton, ha nem is állt ki mellette) és a teret folytonosan és egyenletesen kitöltő anyag elismerésével is (Descartes nézetei és a XX. század fizikája a világűrt betöltő éterről, mint a fizikai folyamatok elsődleges szubsztanciájáról beszél).

Ez a világ-éter mintegy a klasszikus fizika terének és idejének materiális megtestesülése — és ha felfedezték volna ennek az éternek a mozgását, az egyértelmű lett volna az abszolút mozgás felfedezésével.

Michelson kísérleteivel kellett volna megállapítani a Föld abszolút mozgását, két olyan fénysugárnak a Földhöz viszonyított sebességének különbségéből, amelyeket különböző, meghatározott irányban bocsátottak ki. De ezt a sebességkülönbséget mégsem észlelték, az alkalmazott készülék és műszerek rendkívüli érzékenysége ellenére sem. Michelson kísérlete tehát azt mutatta, hogy ha létezik is az éter, mégsem lehet felfedezni a testeknek ehhez az állítólagos éterhez viszonyított mozgását.

Ha feltételezzük az abszolút űr létezését, akkor tökéletesen érthetővé válik, miért járt negatív eredménnyel Michelson kísérlete. De ez ellentmond annak a ténynek, hogy a fény sebessége független a fényforrás mozgásától. Másrészt ha elismerjük a világűrt betöltő éter létezését, akkor magyarázatot nyer az előbbi tény, t. i. hogy a fény sebessége független a fényforrás

mozgásától, de a mozgás viszonylagossága (amelyet Michelson kísérlete is bizonyít) továbbra is érthetetlen marad. Természetesen tág tere nyílott a különböző éter-elméletek felállításának: egyesek azt feltételezték róla, hogy mozdulatlan (Lorentz), mások, hogy az éter részben, (Fresnel, Fizeau), vagy egészben (Hertz) a mozgó anyag hatása alá kerül — de ezek az elképzelések csak a már meglévő ellentmondásokat szaporították és nem tudták kivezetni zsákutcájából az elméleti fizikát.

Einstein relativitáselmélete megoldotta mindezeket az ellentmondásokat. Ez az elmélet egyaránt tagadta az abszolút űr létezését is, a XIX. századi fizika világéterének létezését is. A speciális relativitáselmélet (amely a változó sebességű és görbevonalú mozgásokkal foglalkozik) revizió alá vette a klasszikus fizikában uralkodó tér-, idő- és anyagfogalmat. Az abszolút tér és abszolút idő régi fogalma helyébe Einstein a relatív tér és relatív idő fogalmát vezette be a fizikában. Különösen fontos az az elemzés, melyet Einstein az egyidejűség fogalmáról adott. A relativitáselmélet létrejötte előtt sohasem kételkedtek a fizikusok a felől, hogy abszolute meg lehet állapítani a tér különböző pontjain lezajló események egyidejűségét. Ezzel szemben Einstein az egyidejűséget fizikailag viszonylagosnak tekinti, vagyis az egyik anyagi rendszerben egyidejűen lezajló események nem lesznek egyidejűek egy másik anyagrendszer szempontjából, mely az elsőhöz viszonyítva mozog.

A relativitáselmélet immár konkrét fizikai alapokra helyezte a nem-euklideszi geometria objektív jelentőségének problémáját. Az első nem-euklideszi geometriát 1826-ban fedezte fel Lobacsevszkij, a nagy orosz matematikus. Míg mindennapi mérések tapasz-

talatát általánosító euklideszi geometria azt állította, hogy a háromszög három belső szögének összege egyenlő két derékszöggel, hogy minden körnél a kerület és az átmérő viszonya egyenlő π-vel, stb, addig a nem-euklideszi geometriák ezektől teljesen elütő tételeket állítottak fel, de ezek a tételek éppen olyan szigorú logikai kapcsolatban álltak egymással, mint Euklidesz geometriájának tételei.

Amikor Lobacsevszkij felfedezését megtette, azt a gondolatot fejezte ki, hogy az anyag határozza meg a távolságot és a szögeket, s hogy a „látható világ határain túl", vagyis kozmikus méretekben már felfedezhetők eltérések az euklideszi geometriától. A jelenkori fizika igazolta a lángeszű matematikusnak ezt a híres gondolatát. A relativitáselmélet bebizonyította, hogy a nehéz tömegek közelében, vagyis a gravitációs térben a térgeometria — nem-euklideszi geometria.

A relativitáselmélet a tér és az idő új fizikai fogalmán kívül még új fogalmat adott a tehetetlenségre és a nehézkedésre is. Newton azt tartotta, hogy csak a tehetetlenség az anyag velejáró tulajdonsága; a nehézkedést úgy tekintette, mint egy lehetséges erőt a sok közül, mint olyan erőt, mely nincs benső kapcsolatban az anyaggal. Einstein újból vizsgálat tárgyává tette a testek tehetetlen és súlyos tömegének egyenlőségét (ezt a tényt már Newton is ismerte) és arra a megállapításra jutott, hogy a nehézkedés az anyagnak éppen olyan lényeges tulajdonsága, mint a tehetetlenség, s hogy egyedül a nehézkedés és a tehetetlenség belső kapcsolatát szem előtt tartva lehet helyesen megfogalmazni a mechanika törvényeit. Az általános relativitáselmélet eredményeképpen végre sikerült egységes szempontból megmagyarázni a gravitációs tér

hatását a fényre, a színképvonalak eltolódását a vörös felé, a Merkur-bolygó perihéliumának[5] elfordulását.

A relativitáselmélet megalkotása előtt a fizikusok különleges feltevésekből kiindulva vezették le a tömeg és az energia egyenértékűségét, az energiának a tömeggel és a sebességgel való összefüggését megállapító képleteket. A relativitáselmélet az anyag és az energia természetével kapcsolatos részlettételektől függetlenül vezette le az energia, valamint a tömeg és a sebesség közti kapcsolat képletét. Tehát a relativitáselmélet új, a jelenkori fizikában felfedezett tényekkel összhangban álló fogalmakkal váltotta fel a klasszikus tömeg- és energiafogalmat Így söpörte el a régi fizikai fogalmakat és tételeket a relativitáselmélet.

Ha mostmár a sugárzástanra térünk át, azt látjuk, hogy a fizikának ezen a területén is meglepő változások történtek. Sokan azt tartják, hogy azon a napon (1900 december 14-én) született meg az új fizika, amikor Planck fizikus először mondotta ki a kvantumok létezését.

Planck az energiának az ú. n. feketetest színképében való eloszlására keresett magyarázatot és azt feltételezte, hogy az atomok ugrásszerűen, csakis szigorúan meghatározott adagokban bocsátják ki és nyelik el a fényenergiát, nem folytonosan, ahogyan azt a klasszikus fényelmélet feltételezte. Ezeket az energia-adagokat nevezte el Planck „energiakvantum"-oknak.

1905-ben Einstein a relativitáselmélet alapján továbbfejlesztette Planck elméletét. Kimondotta, hogy a fényenergia nem hullámalakban terjed (mint ahogyan azt Planck feltételezte), hanem sajátságos részecskék: fényatomok vagy fotonok formájában. Ein-

[5] *Perihélium:* a bolygónak a Naptól legmesszebbre eső pontja. — *A ford.*

stein gondolata szerint a foton nem pusztán energia, hanem bizonyos mozgásmennyiséggel is rendelkezik. Einsteinnek ezt a híres elméletét fényesen igazolják a fényelektromos hatás[6] és a Compton-hatás[7], Joffe és Dobronravov szovjet fizikusoknak a röntgensugarak szóródásával kapcsolatos kísérletei, valamint Vavilovnak a fényáram fluktuációjával kapcsolatos kutatásai.

A diszkrét eloszlás gondolata gyökeret vert a mozgáselméletben is, ami aztán maga után vonta a tiszta, absztrakt folytonosság fogalmára támaszkodó mechanikai tételek radikális felülvizsgálását. Meg kell jegyeznünk, hogy a kvantumelmélet nem szorította ki a régebbi fényelméletet, a hullámelméletet. A kvantumelmélet, fejlődése kezdetén, még megfért a hullámelmélettel; a későbbiek során ez a két, egymással ellentétes elmélet fokozatosan egybeolvadt (ez a folyamat még ma is tart).

Térjünk vissza az atom szerkezetének kérdéséhez. Fentebb már szólottunk azokról az ellentmondásokról, melyek Rutherford atommodelljét jellemezték. Bohr fizikus a fénykibocsájtás és fényelnyelés kvantumel-

---

[6] A fényelektromos hatást egymástól függetlenül fedezte fel Sztoletov és Hertz német fizikus. A fényelektromos hatásnak az a lényege, hogy egyes alkáli fémek (kálium, nátrium), ha felületüket fény éri, elektronokat bocsájtanak ki. A kibocsájtott elektronok száma a fény erősségétől és hullámhosszától függ. Einstein fényhatás-elméletét Millican amerikai fizikus bizonyította be kísérletileg teljes sikerrel.

[7] A fény kvantumelméletének a fényelektromos hatáson kívül meggyőző bizonyítéka a Compton-hatás is, mely abban nyilvánul meg, hogy rövidhullámú fény (röntgenfény) szóródása esetén a szétszórt sugarak egy részének hullámhossza megnövekszik. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a foton és az atomok elektronjainak összeütközése hasonló a rugalmas golyócskák összeütközéséhez: a foton elveszíti energiájának és mozgásmennyiségének egy részét, átadja az elektronnak és amikor az elektronról visszapattan, már kisebb az erőssége és a hullámhossza.

méletét alkalmazta az atom szerkezetének problémájára. Így vált lehetővé Bohr számára, hogy megoldja Rutherford atommodelljének ellentmondásait és új atomelméletet hozzon létre.

Bohr előtt a fizikusok, akik az atom kisugárzását az elektronoknak a mag körüli forgásával magyarázták, azt tartották, hogy az elektronok *bármilyen sugarú* pályán mozoghatnak. Bohr megcáfolta ezt a feltevést. Ő így gondolkodott: feltette, hogy az elektron csupán *meghatározott,* bizonyos feltételeket kielégítő pályán mozoghat a mag körül; az összes többi pályán „tilos" az elektronok mozgása. Amikor az elektron az „engedélyezett" pályán mozog, akkor az atom, Bohr feltevése szerint, nem sugároz ki energiát; de amikor az elektron átugrik az egyik lehetséges pályáról egy másik, az atommaghoz közelebbeső pályára, akkor az atom által leadott, elvesztett energia fényenergia-kvantummá alakul át, mely ki is sugárzódik ebben a pillanatban.

Ennek a gondolatnak helyessége a hidrogénatom esetében bizonyosodott be.

Ettől kezdve alkot szerves egészet az atom szerkezetének elmélete a spektrumok keletkezésének elméletével. Sikerült végre egységes nézőpontból megmagyarázni az elemek elektromágneses, optikai és kémiai sajátságait, sikerült a Mendelejev-féle periodikus törvény fizikai lényegének mélyére hatolni, s í. t.

Mellesleg: Bohr elméletének sikere egyáltalán nem jelentette azt, hogy ennek az elméletnek a fejlődése diadalmenetként ment végbe. Elsősorban Bohr elméletében egyáltalán nem derült fény feltevéseinek indokaira: nem áll például tisztán előttünk, hogy annak az atomnak, amelyben az elektron a neki „engedélyezett" pályán mozog, miért nincs egyáltalán kisugárzása, holott a klasszikus elektrodinamika értelmében

az atomnak minden esetben energiát kell kisugároznia, akármilyen pályán kering is az elektron a mag körül, függetlenül attól, hogy átugrik-e az elektron az egyik pályáról a másikra, vagy sem. Rejtélyes maradt továbbá az is ebben az elméletben, hogy az atom kisugárzásának hullámszámát (frekvenciáját) azoknak a hullámszámoknak a különbsége határozza meg, amelyekkel az elektron a legbelső és a legkülső pályán rendelkezik. Ebből pedig az következik — s Bohr elmélete tényleg ezt mondja —, hogy az energiát meghatározott módon kisugárzó atom mintegy arról tanúskodik, hogy „tudja" hová kell az elektront löknie, s ennek megfelelően „szabályozza" saját kisugárzását. Erre aztán a misztikus beállítottságú kutatók fejében az a gondolat támadt, hogy Bohr elmélete megdönti az okság elvét.

Okvetlenül szem előtt kell tartanunk azt is, hogy Bohr elmélete képtelen volt megoldani a helium-atom szerkezetének problémáját, nem szólva a sokkal nehezebb atomokról; nem tudta megmagyarázni a színképvonalak bonyolult szerkezetét és sok más jelenséget sem. Ezt a tények és az elmélet közt felmerülő ellentmondást oldotta meg de Broglie 1924-ben megjelent hullámmechanikája.

Ha a fényelméletben huzamosabb ideig elhanyagolták a részecskék fogalmát csak azért, hogy kizárólag a hullám fogalmával operáljanak, vajjon nem követték-e el ugyanennek a hibának a visszáját az anyagelméletben? Milyen alapon hanyagolták el a fizikusok az anyagelméletben a hullám fogalmát és alkalmazták kizárólagosan a részecske fogalmát? Ezt a kérdést adta fel magának de Broglie; bizonyos mértékig párhuzamot vont a mechanika és az optika elvei között és tanulmányozni kezdte azoknak a kvantum-viszonyoknak a tulajdonképpeni értelmét, amelyeket Bohr és a többi

tudós vezetett be az atommechanikában. De Broglie végül is arra a megállapításra jutott, hogy az anyagelméletben be kell vezetni a korpuszkuláris fogalom (a részecske fogalma) mellett a hullám fogalmát is.

De Broglie hullámmechanikája arra késztette tehát a fizikusokat, hogy vegyék vizsgálat alá az eddigi korpuszkuláris elméletet és fogalmat (amely még az anyag hézagosságán alapult), s kapcsolják egybe az anyag folytonosságát kifejező hullámfogalommal.

De Broglie elmélete pompás kísérleti bizonyítást nyert Davisonnak és Jarmernak, majd D. Thomson híres tudós fiának, G. Thomsonnak kísérleteiben. Ezek a kísérletek bebizonyították az anyagi részecskék hullámtermészetét, amennyiben felfedezték az ú. n. elektron-diffrakciót.[8]

Azonban de Broglie nem tudta feltárni az atom-, vagy kvantummechanika fizikai tartalmát. Ő úgy tekintette a részecskéket (atomokat, elektronokat), mint egyszerű hullámok bizonyos összességét („hullámcsomók"), melyek huzamosabb ideig is megőrzik a tér egy kis területén való koncentráltságukat anélkül, hogy észrevehetően szétszóródnának. Ebből a nézőpontból lényegében tehát az következik, hogy a hézagosság a folytonosságra vezethető vissza. De kiderült, hogy ezeknek a „hullámcsomóknak" mozgás közben szét kell esniök; ez nem felelt meg a tényeknek, tehát le kellett mondani az előbbi feltevésekről. Egy másik elmélet segítségével sem sikerült de Broglienak megoldania a problémát; ezen elmélete szerint a részecske olyan anyagi pont, mely meghatározott helyet foglal el a hullámban, a hullám pedig olyan képződmény, amely

[8] A diffrakció vagy elhajlás a hullámok jellegzetes sajátsága. Abban áll, hogy a hullámok bizonyos körülmények között (pl. ha egy nagyon keskeny résen kell keresztültörniök) eltérnek az egyenesvonalú úttól.

a térben bizonyos helyet foglal el. Egyszóval de Broglie előtt ez a feladat állott: a klasszikus fizika úgy tekinti a részecskét, mint térben korlátozott valamit, amely meghatározott energiával és meghatározott mozgásmennyiséggel rendelkezik — a hullámot pedig úgy tekinti, mint a végtelen térben szétfolyó és meghatározhatatlanul hosszan létező valamit. A kérdés pedig ez: hogy lehet fizikailag megmagyarázni azt az egyenletet, mely az *energia és hullámhossz* közti összefüggést (ezt Planck fedezte fel) fejezi ki, vagy azt az egyenletet, mely a *mozgásmennyiség és az „anyaghullám" hosszúsága* közti összefüggést (ezt fedezte fel de Broglie) fejezi ki?

Ennek a feladatnak a fizikai megoldása felettébb bonyolult. Mint már láttuk, de Broglie nem tudott megbírkózni vele. Más fizikusok — Schrödinger, Heisenberg, Dirac — fejlesztették tovább de Broglie gondolatait. Különösen Born volt az, aki először (1926) fejezte ki a hullámmechanika statisztikus jellegének gondolatát. Born nézőpontjából de Broglie hullámai nem egyebek, mint a megfelelő atomfolyamatok „valószínűség-hullámai".

A kvantummechanika fejlődése több fizikust arra késztetett, hogy idealista szemszögből vegye vizsgálat alá az okság elvét. Ezt láthatjuk például Heisenbergnél, de méginkább néhány más fizikusnál.

Heisenberg 1927-ben felállította az ú. n. „határozatlansági relációt", amely sok kutató véleménye szerint a modern kvantummechanika alapját képezi. Éppen erre a relációra támaszkodva követeli néhány szerző, hogy az atom-méretű jelenségek tanulmányozásánál le kell mondani az okság törvényéről.

A „határozatlansági reláció" felállítását követő években néhány tudós azt állította, hogy az atommal kapcsolatos ismereteink már elérték azt a színvonalat,

melyet az új fizikai felfedezések nem múlhatnak felül. De a fizika mégis Leninnek adott igazat; ő már 1908-ban látta az új fizika fejlődése előtt álló nagyszerű perspektívát és megfogalmazta az atom és az elektron *kimeríthetetlenségének* gondolatát.

És valóban: századunk 30-as éveiben a nagyjelentőségű felfedezések új sorozata kezdődik meg a fizikában.

Chadwicknek — Rutherford tanítványának — sikerült 1932-ben kísérletileg bebizonyítania a neutronnak, azaz annak a töltés nélküli elemi részecskének a létezését, melynek tömege megközelíti a hidrogén atom tömegét. Érdekes megjegyeznünk, hogy Rutherford még 1920-ban kimondotta, elméleti megfontolásai alapján, a neutron létezését.

Ugyanebben az évben, 1932-ben fedezték fel a pozitív töltésű elektront, vagy ahogyan elnevezték: a pozitront. Ez a pozitív elektromosságnak olyan elemi részecskéje, amelynek töltése és tömege megegyezik a közönséges negatív elektron töltésével és tömegével.

1933-ban I. Curie — a híres M. Curie, a rádium felfedezőjének leánya — és Joliot felfedezték azt a jelenséget, amely az „annihilizáció" (a latin nihil „semmi" szóból) nevet kapta, vagyis „az anyag megsemmisítését", „az energia materializálódását". I. Curie és Joliot kísérleteinek eredményei újból és újból bebizonyosodtak Anderson, Blacket, Alichanov és mások kísérleteiben. I. Curie és Joliot felfedezésének lényegét a következőkben foglalhatjuk össze: gamma-fotonok keletkezése esetén az elektron és pozitron kölcsönösen megsemmisíthetik egymást és, fordítva, gamma-fotonok eltűnésekor elektron és pozitron keletkezhetik. Az adott esetben „az anyag annihilizálása" és „az energia materializálódása" műszavak felettébb pontatlanul, ismeretelméletileg semmitmondóan fejezik ki azt a tényt,

hogy az olyan anyagok állandósága, mint amilyen az elektron, pozitron, sőt a foton — viszonylagos. Vagyis kiderült, hogy az anyag és a sugárzás átalakulhat egymásba.

Nagy feltűnést keltettek 1934-ben Ellis és Bowster, E. Meitner és Ortmann fizikusoknak a béta-bomlás energetikai egyensúlyával kapcsolatos kísérletei. Ezeknek a kísérleteknek a megmagyarázására néhány fizikus azt a feltevést állította fel, mely szerint az atommagban nem érvényes az energia megmaradásának és átalakulásának törvénye. Másrészt sok fizikus tiltakozott Ellis és Meitner kísérleteinek ilyenirányú magyarázata ellen. Feltehető, hogy ezek a kísérletek előre jelzik egy bizonyos „neutrino" nevű részecske létezését. Ennek a részecskének elektromos töltése nincs és a feltevés szerint (a neutron tömegéhez képest) igen csekély tömeggel rendelkezik. De semmi alapot nem adtak Ellis és Meitner kísérletei annak az állítására, hogy az atommagban végbemenő folyamatok megszegik az energia megmaradásának törvényét. Sőt mi több: az új adatok (Shankland hirhedt kísérleteinek balsikere) megdöntötték az energia megmaradásának és átalakulásának törvényét tagadó hipotézist.

1934-ben sikerült I. Curienek és Joliotnak mesterséges úton (elemeket alfa-sugarakkal bombázva) előállítani pozitronokat kibocsátó radioaktív anyagokat (mesterségesen előállított pozitron-aktivitás), az olasz Fermi pedig mesterségesen előállította az elemek elektron-aktivitását (béta-bomlás).

1936-ban a kozmikus sugarakban új anyagi részecskét fedeztek fel: a nehéz elektront vagy mezont, melynek tömege az elektron tömegének 200-szorosa. A fizikusok jelenleg (1946) már a pozitív, negatív és semleges (neutretto) mezonokról is tudnak. (Mellesleg: a

neutrettot 1945-ben fedezték fel, de ez a felfedezés még további megerősítésre szorul.)

Napjainkban tehát a fizikának nyolcféle elemi részecskével van dolga: foton, elektron, pozitron, pozitív, negatív és semleges mezon, proton, neutron. Ezenkívül a neutrino létezésére ugyan még nincs *közvetlen* kísérleti bizonyítékunk, de Allen amerikai fizikus kísérletei (1941) óta a neutrinót is egyenlő jogú tagnak tekintik a fizikusok az elemi részecskék családjában.

A Rutherford-megalkotta magfizika a neutron felfedezése után új lendületet kapott. Az atommag összetételével kapcsolatos régebbi elképzeléseket (melyek szerint az atommag elektronokból és protonokból áll) újak váltották fel. Most az a feltevés uralkodik (Ivanjenko szovjet fizikustól származik), hogy az atommag protonokból és neutronokból áll; ez azonban egyáltalán nem jelenti azt, hogy a proton és neutron huzamosabban is létezhetnek a magon belül önálló részecskék gyanánt. Lehetséges, hogy a bonyolult atomokban a neutronok és a protonok mintegy egymásba mennek át, s csak akkor válnak ismét protonokká, ill. neutronokká, ha a magból kikerülnek.

1939-ben felfedezték, hogy az urán atommagva neutronsugarak hatására osztódásnak indul. Ennek a magreakciónak a felfedezése óta váltak technikai problémává az atomenergia felhasználásával kapcsolatos elképzelések (A jelenkori fizika egész gyakorlata és elmélete azt bizonyítja, hogy ez az energia óriási tömegben van jelen). A nehéz atommagok osztódása abban különbözik a többi magreakciótól (pl. az I. Curie és Joliot által felfedezett mesterséges radioaktivitástól), hogy itt egyetlen neutron hatására több új jelenhetik meg, tehát a reakciót ilymódon láncszerűvé, lavinaszerűvé tehetjük, hogy sajátmaga növelje meg önnön energetikai hatását.

A Szovjetúnió Tudományos Akadémiájának 1946 júliusában tartott ülésén számolt be A. P. Zsdánov fizikus az általa felfedezett új jelenségről: az atommagoknak kozmikus sugarak hatására történő teljes szetbomlásáról.

Végül említsük még meg a második világháború idején feltalált atombombát, melynek alkalmazása oly nagy romboló erőt fejtett ki a Japán elleni háborúban. Kétségtelen, hogy az atomenergia felhasználásának felfedezése a további fejlődés során beláthatatlan lehetőségeket ígér az emberi tevékenység minden terén. Nemcsak a tudomány legfontosabb kérdéseivel van összefüggésben, hanem a termeléssel, politikával és az ember társadalmi életének egyéb megnyilatkozásaival is. Nagyszerűen fejtette ki ezt a gondolatot V. M. Molotov a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 28-ik évfordulóján tartott történelmi jelentőségű beszédében.

Így tehát a modern fizika új fejlődési szakaszba lépett: ennek a szakasznak a jellegét az atommag kutatása adja meg. A fizikusok véleménye szerint ezen a területen a kvantummechanika és a relativitáselmélet csupán mint részletelméletek jöhetnek számításba. A fizikában új elmélet születik, melynek fel kell ölelnie a kvantumtechnikát is, a relativitáselméletet is (ez utóbbinak ebben az esetben gyökeres változáson kell keresztülmennie). Az új általánosítások nagyszerű képe tárul a jelenkori kutatók elé.

Fejezetünk végére érve nézzük át röviden, milyen eredményeket ért el a csillagászat a modern fizikával kapcsolatban.

A XX. században először is rendkívül kibővült az emberi tudás által felfogható csillagvilág. Száz évvel ezelőtt még vajmi keveset tudtak a csillagok távolságáról s arról, hogyan helyezkednek el egymáshoz viszonyítva a térben. Csupán zavaros elképzeléseik vol-

tak az akkori csillagászoknak a spirálködökről — de sem a szerkezetükről, sem pedig a köztük lévő kapcsolatokról nem tudtak semmit. Napjainkban ez a helyzet gyökeresen megváltozott.

Shapley amerikai csillagásznak sikerült megmérnie a mi „spirálködünk"-nek (tejút vagy galaktika), vagyis annak a csillagrendszernek átmérőjét, amelybe a Nap is tartozik; kiderült, hogy ennek a rendszernek (a NgC 7006 gömbhalmaznak)[9] legszélső pontja 220 ezer fényév távolságra van tőlünk. Hogy pontosabb képet nyerjünk ennek a távolságnak kolosszális voltáról, csak annyit mondunk, hogy az a fénysugár, amely az adott pillanatban ezt a halmazt láthatóvá teszi és amely másodpercenként 300 ezer km sebességgel mozog, kb. akkor indult el útjára, mikor a Földön megjelent az ősember. De ez a távolság korántsem tartozik a legnagyobbak közé a modern csillagászatban. Említsük meg Shapley elméletét a metagalaktika, vagyis a tejút-rendszer létezéséről. E kiváló csillagász véleménye szerint egy metagalaktika legalább egymilliárd tejutat tartalmaz és átmérője többmilliárd fényévet tesz ki. A legmodernebb elképzelések szerint tehát a világűrben szinte végtelen bőségben vannak a különböző bonyolultságú égitestek és rendszerek.

A csillagászok természetesen nem szorítkoznak csak az égitestek közötti távolságok meghatározására. A csillagokat, gömbhalmazokat, tejutakat, tejútrendszereket különböző irányú kutatások alá vetették. Hatalmas tényanyag gyűlt össze napjainkban ezeknek az alakzatoknak a keletkezési, fejlődési és pusztulási kö-

[9] A csillagködök elnevezésére a csillagászok katalógust használnak, melyben számokkal jelölik meg a csillagokat. Így pl. az NgC 7006, a 7006-ik csillagködöt jelenti a New General Cathalogba bejegyzett csillagködök sorában. Ebben a katalógusban mintegy 12 ezer csillagköd leírását találhatjuk meg.

rülményeire vonatkozóan; fény derült a csillagok szerkezetére, feltárták a bennük uralkodó fizikai viszonyokat stb. Még a mi naprendszerünk kutatása terén is, ahol már-már azt hitték, hogy semmi felfedeznivaló nincs, még itt is sok minden újat találtak. 1930-ban találta meg Claid Tombath a Lowell által már korábban kiszámított „Neptunon-túli" bolygót, s így a már régóta ismert bolygók családja új taggal szaporodott, mely a Pluto nevet nyerte. Az új eredmények közé tartozik a bolygók légkörének, felületük hőmérsékletének kikutatása; kiderítették pontosan életkorukat is, ahogyan a Nap életkorát stb.

Az is magától értetődik, hogy a csillagászatnak sokkal több lehetősége nyílik napjainkban, mint a XVIII. vagy a XIX. században, hogy tudományos alapon alkossa meg az égitestek keletkezésének elméletét. Igaz, hogy mindezideig nincs tudományos képünk a világmindenség keletkezéséről, eredetéről, de a kép körvonalai többé-kevésbbé már kirajzolódtak — figyelmen kívül hagyva természetesen a „világ végével" kapcsolatos misztikus elmefuttatásokat, ami a valószínűségelmélet idealista hódolóinak sajátja.

Elmondhatjuk, hogy Kantnak az égitestek keletkezéséről szóló elméletét igazolta a jelenkori tudomány. Igaz azonban, hogy Kant és Laplace hipotézisét a maga konkrét alakjában ma már csak azért sem tarthatjuk helyesnek, mert szerinte a Nap életkora kisebb, mint a bolygóké. Míg a XIX. században, amikor az égitestek eredetének kérdését az égitestek mechanikájának alapján oldották meg, a Nap korával kapcsolatos fentebb említett feltevés nem mondott ellene a tudományos adatoknak, addig ma már el kell ismernünk, hogy a Nap életkora jelentősen túlhaladja a bolygókét. Általában az égitestek és rendszerek keletkezésének problémája nemcsak az égitestek mechani-

kájának, hanem elsősorban a fizikai tudománynak, mint egésznek a problémája. Napjainkban az új fizika egész fegyvertárát — a valószínűségelméletet, a kvantumelméletet, az anyag szerkezetének elméletét — bevetették a végtelen csillagvilág meghódításáért folyó harcba, s ezzel kapcsolatban éppen olyan nagy jelentősége van a csillagászatban is az anyagnak sugárzássá való átalakítására vonatkozó adatoknak, mint a fizikában általában. Az égitestek fejlődéselméletének kidolgozására ma már összehasonlíthatatlanul gazdagabb anyag áll rendelkezésünkre, mint az, amellyel Kant rendelkezett. Éppen ezért kétségtelen, hogy sokkal tartalmasabb, a tényekkel sokkal inkább összhangban álló elmélet alakul ki belőle, mint Kant és Laplace híres hipotézise.

*

A XX. század elejének fizikai felfedezéseiben és elméleteiben Lenin meglátta az új fizika fejlődésének óriási perspektíváját. 1908—1909-ben, amikor a „Materializmus és empiriokriticizmus" megíródott és megjelent, az új fizika még csak az első lépéseket tette fejlődésének útján. Ebben az időben fedezték fel az elektronokat és a radioaktivitást, dolgozták ki az elektronelméletet, de a relativitáselmélet és a kvantumelmélet — századunk vezető fizikai elméletei — még csak alakulófélben voltak; az atomfizika keletkezésére csupán halvány jelek mutattak, magfizika pedig, mely csak 1930 után indult fejlődésnek, egyáltalán nem létezett.

Senki sem hatolt be olyan mélyen az új fizika szellemébe, mint Lenin. Csupán egy tényt akarunk ezzel kapcsolatban megemlíteni. 1908-ban az atommodellt még nem alkották meg, csak néhány kutatónak elképzelésében élt. De Lenin rátapint az új fizika

leglényegesebb motivumaira és utal arra az atomszerkezeti modellra, amely később közismertté válik: Rutherford atommodelljére. „... Az atomot sikerül végtelenül kicsiny naprendszerfélének megmagyarázni — írja Lenin —, amelyen belül a pozitív elektron körül meghatározott (. . .) sebességgel mozognak a negatív elektronok."[10] Lenin nemcsak hogy nagy jártassággal rendelkezett az akkoriban létrejövő atomfizika terén; jellemző rá az is, hogy meg tudta találni a kapcsolatot az általa vizsgált jelenségek között, meg tudta látni a mozgás főbb irányvonalait, meg tudta határozni, hogy melyik irányba fejlődik ez vagy az a probléma. Ez adta meg a lehetőséget Leninnek arra, hogy kijelölje az új fizikai fejlődésnek az útját.

Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvében nem az egyes fizikai elméletek vagy tételek elemzését, fizikai modellek szerkesztését, fizikai szkémák felállítását stb. tűzte ki feladatául. Őt, mint maga is írja, „... kizárólag bizonyos meghatározott tételekből és közismert felfedezésekből levont ismeretelméleti következtetések ..."[11] érdeklik. És éppen ezért helytelenül járnak el azok, akik Lenin könyvében speciális fizikai problémákra keresnek közvetlen választ. De annak számára, aki tájékozódni akar a jelenkori tudomány dúsgazdag anyagában, aki könnyebbé akarja tenni magának ezen anyag rendszerezését, aki meg akarja érteni, merre és hogyan halad a modern fizika, aki meg akarja találni a konkrét fizikai problémák megoldásának főbb útjait — az ilyenek számára Lenin könyve a megismerés kimeríthetetlen forrását nyujtja.

---

[10] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 263. o.
[11] U. o. 255. old.

Miért van hát Lenin könyvének olyan óriási jelentősége az új fizikában?

Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvében feltárta századunk fizikai forradalmának igazi tartalmát, dialektikus-materialista magyarázatát adta ennek a forradalomnak, ugyanakkor rámutatott az ebből a forradalomból levont idealista következtetések helytelenségére, rávilágított arra, hogy milyen bénítóan hat az idealizmus és a metafizikus materializmus a fizika tudományának fejlődésére. Az új fizikai fejlődésnek útját Lenin egy évszázaddal előre világította meg filozófiailag.

A továbbiak során azt vizsgáljuk meg, milyen mesterien alkalmazta Lenin a materialista filozófiát az új fizika által felvetett problémák megoldására. Meg fogjuk látni, hogy az a filozófiai általánosítás, amelyet Lenin az 1895—1908-as évek fizikájának anyagával kapcsolatban adott, megőrizte jelentőségét a fizika fejlődésének ezután következő szakaszaiban is.

Harmadik fejezet

AZ ANYAG ÉS MOZGÁS PROBLÉMÁJA A JELENKORI FIZIKÁBAN

A világ térben és időben mozgó anyag; az anyag mozgásának törvényeit a tudomány tükrözi vissza. Mit jelent a dialektikus materializmusnak ez a tétele a jelenkori fizikával kapcsolatban? Ezt a kérdést, sok más, az előbbivel összefüggő kérdéssel együtt, Lenin oldotta meg, mint ismeretes, a XIX. század vége — XX. század eleje fizikai tudományának anyaga alapján. Ebben a fejezetben azt nézzük meg, hogyan van kidolgozva ez a kérdés a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban, majd pedig, a lenini útmutatásokat követve, következtetéseket vonunk le belőle a fizika 1908 utáni fejlődésére.

Lenin, a jelenkori fizika válságának lényegét feltárva utalt arra, hogy az a sok részletkérdéssel kapcsolatos alapvető és jellegzetes nehézség, amely ezt a válságot előidézte, a következő mondattal fejezhető ki: „az anyag eltünt". Az idealizmus úgy próbálta megmagyarázni az elektron és a radioaktivitás felfedezését, a régi fizikai fogalmaknak és elméleteknek új fogalmak és elméletek általi kiszorítását, mint ami állítólag megsemmisítené az anyagot és a filozófiai materializmus csődjét jelentené. Így pl. Ward, akinek szavait

Lenin idézi, ezt állította: „... a fizika haladása a leghatásosabb harci eszköz az anyagban és mozgásban való tudatlan hit ellen, annak elismerése ellen, hogy az anyag és a mozgás végső (. . .) szubsztancia".[1]

„Az anyag eltünt" kifejezéssel találkozhattunk a „filozofálgatástól" távolálló fizikusoknál is, de náluk ennek a kijelentésnek egészen más értelme volt, mint az idealista filozófusoknál: náluk, magyarázza meg Lenin, „... ezek a kifejezések: ‚az anyag eltűnik', ‚az anyag elektromossággá redukálódik', stb. csak ügyefogyott ismeretelméleti kifejezései annak az igazságnak, hogy új anyagformákat, az anyag mozgásának új formáit sikerül felfedezni, hogy a régi formákat ezekre az újakra sikerült visszavezetni, stb."[2] Mit is jelent mármost „az anyag eltünt" kifejezés? Vajjon cáfolja az anyag szerkezetével és tulajdonságaival kapcsolatos fizikai elképzeléseknek ez a változása a materializmusnak azt az alaptételét, hogy a természet az embertől függetlenül létezik és az emberi érzékletekben, képzetekben, fogalmakban, elméletekben tükröződik vissza? Ennek a kérdésnek helyes megoldása magában foglalja azon filozófiai problémák megoldásának főbb motívumait, melyeket a XX. századi fizika fejlődése vetett fel.

Ha elfogadnánk a metafizikai materializmus nézőpontját, mely szerint a természet nem változik, az anyag állandó, egyszersmindenkorra megadott elemekből áll (nevezzük ezeket az elemeket akár molekuláknak, akár atomoknak, vagy másképpen), akkor, a metafizikai materializmus szemszögéből nézve, nem is érthetnénk meg az ezekre az elemekre vonatkozó fogalmak megváltozását, fizikai törvények és elvek bu-

[1] Lenin idézete szerint, lásd *Lenin*· Materializmus és empiriokritic zmus, 287 old.

[2] U o 320. old,

kását. Nem véletlen, hogy azok a természetbúvárok, akik meg voltak ugyan győződve a külső világ objektív valósága felől, de a dialektikus materializmust nem ismerték — nem véletlen, hogy ezek nem tudtak zöldágra vergődni ezzel a kérdéssel, nem tudtak rá következetes materialista magyarázatot találni. S ezt a tényt használta ki a filozófiai idealizmus.

De a valóságban, ahogy a dialektikus materializmus tanítja, a természet végtelen méretekben változik és fejlődik, és kimeríthetetlen mind a maga egészében, mind pedig valamennyi megnyilvánulásában. Éppen ezért a természetről való elképzeléseinknek az új természettudományos felfedezések folytán történt megváltozása tökéletesen érthető és szükséges a dialektikus materializmus nézőpontjából. Ez a változás nem azt jelenti, hogy egyes fogalmak egyszerűen felváltanak másokat, hanem arról tanuskodik, hogy az ember még mélyebbre hatolt a természet lényegében, hogy még pontosabban és teljesebben ismerte fel törvényszerűségeit.

A fizikusok, akiknek testekkel, atomokkal, elektronokkal stb. van dolguk, vagyis így vagy amúgy az anyag szerkezetét és tulajdonságait kutatják, nem háríthatják el maguktól ezt a kérdést: létezik-e az embertől független objektív valóság? Az általunk mondottak helyességéről még azoknál a fizikusoknál is meggyőződhetünk, akik távol állnak a materializmustól és fizikai nézeteikben nem veszik tudomásul. Példaként az anyagnak azt a jellemzését hozzuk fel, amelyet Mie fizikus adott.

Akkor érkezünk el az anyag fogalmához — írja Mie —, amikor érzékleteinket (melyek akaratunktól függetlenek és a tőlünk független valóságról tanuskodnak) kivetítjük és az egyes érzékletekről, mint például a fény-, hő- stb. érzékletekről azt hisszük, hogy

bizonyos tárgyak tulajdonságait alkotják; ez utóbbi tárgyat nevezzük akkor anyagi testnek."[3]

De a dialektikus materializmusban tájékozatlan fizikusok az anyag viszonylagos, átmeneti, differenciált tulajdonságait (tömeg, tehetetlenség, fajsúly stb.) abszolút, változhatatlan és eredeti tulajdonságoknak teszik meg, vagyis ezeknek a fizikusoknak a szemszögéből például végső fokon az állandó atom az anyag egyedül lehetséges formája.

De mi lesz, ha mégis kiderül, hogy a változhatatlannak tartott tulajdonság a valóságban megváltozik? Akkor az ilyen fizikusoknál az történik, hogy megdől magának az anyagnak a fogalma, az anyag eltűnik stb. Mint ismeretes, ilyen következtetést vont le több olyan tudós, aki nem tudott eligazodni a fizikai mechanizmust leromboló új felfedezésekben. Az adott esetben ezek a fizikusok nem vették szemügyre a mechanikus (metafizikus) és a dialektikus materializmus közti különbséget. A mechanikus materializmus metafizikai abszolutumokat csinált az ember mindennapos tapasztalatain épülő fogalmakból, azokból a fogalmakból, amelyekben a fizika az embert közvetlenül körülvevő világ megismerését általánosította, az aránylag nagytömegű és viszonylag kis sebességgel mozgó testek megismerését.

A valóságban viszont nem léteznek állandó, abszolút, eredeti tulajdonságok vagy világelemek, melyeken az összes fizikai jelenségek alapulnának. Lenin ezt tanítja: „Engels nézete szerint csak egy dolog változhatatlan: az, hogy az emberi tudat (amikor van emberi

[3] „Handwörterbuch der Naturwissenschaften", 1932, B. 6. Az idézett Mie-féle anyagjellemzés helytelen, minthogy itt az anyag ténylegesen az ember szubjektív tevékenységének eredményeként jön létre. Ezzel a kérdéssel azonban részletesen nem foglalkozunk.

tudat) a tőle függetlenül létező és fejlődő külső világot visszatükrözi. Semmiféle más ‚változhatatlanság', semmiféle más ‚lényeg', semmiféle ‚abszolút szubsztancia' abban az értelemben, ahogyan az üre professzori filozófia kifejtette ezeket a fogalmakat, Marx és Engels számára nem létezik".[4]

Ezeket a tételeket tükrözi vissza az a filozófiai anyagfogalom, amelyet Lenin alkotott: „Az anyag: filozófiai kategória az objektív valóság megjelölésére, mely az ember előtt érzeteiben feltárul, amelyet érzeteink lemásolnak, lefényképeznek, visszatükröznek, s amely az érzetektől függetlenül létezik".[5]

Az anyagnak mint filozófiai kategóriának a fogalmától feltétlenül meg kell különböztetnünk a fizikában alkalmazott anyagfogalmat.

Az anyag szerkezetének, az atomnak és az elektronnak kérdése nem érinti a filozófia alapvető kérdésének: a pszichikai és a fizikai világ viszonyának megoldását, hanem csakis a fizikai világra vonatkozik. A fizikában alkalmazott anyagfogalmat a fizikai tudományok úgy alakították ki, hogy általánosították az embernek az anyag szerkezetére és tulajdonságaira vonatkozó ismereteit. Ez a megismerés nem teljes, korlátok közé szorítja a tudomány és a gyakorlat adott állapota, — azonban hiányosságát, korlátoltságát szakadatlanul küzdi le ugyanennek a tudománynak és gyakorlatnak a haladó mozgása. Az anyag szerkezetével és tulajdonságaival kapcsolatos ismereteink egyre mélyebbé és mélyebbé válnak, s ennek megfelelően változik meg az anyag fizikai fogalma. A fizikában alkalmazott anyagfogalmat már lényegénél fogva sem lehet egy egyszersmindenkorra megmerevedett képlettel

[4] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 265—66. old.
[5] U. o. 123 old.

kifejezni, minthogy a természet és a természeti jelenségek megismerése végeláthatatlan. Sem az elektronelmélet, sem pedig valami más,, még ennél is pontosabb fizikai anyagelmélet, mely talán a jövőben létrejön — egy elmélet sem igaz végső fokon. S éppen ezt a tételt állította fel a dialektikus materializmus.

Így tehát: „... az anyag *egyetlen* .tulajdonsága', amelynek elismerése a filozófiai materializmus ismérve, az a tulajdonság, hogy *objektív valóság,* hogy tudatunkon kívül létezik".[6] Az anyag egyéb tulajdonságai — a fizikai tulajdonságok — viszonylagosak, csupán az anyag bizonyos állapotában lelhetők fel. A mérhetetlenül gazdag lenini meghatározás megkívánja a „végtelen fínom árnyalatokkal rendelkező megismerést, a valósághoz való közeledést".[7] A továbbiak során látni fogjuk, hogy milyen nagyfontosságú követelményeket tartalmaz a lenini anyagmeghatározás: nemcsak az anyag problémájának megoldását foglalja ténylegesen magában, hanem a tér és az idő problémájának, valamint az okság problémájának megoldását is, azoknak az új, sajátszerű probléma-feltevéseknek a szemszögéből, melyek korunk fizikáját jellemzik.

Szeretnénk megemlíteni egy tényt ezzel kapcsolatban. Jeans angol csillagászati fizikus, aki közismert az idealizmus iránti rokonszenvéről, azt a gondolatát fejezi ki 1942-ben megjelent „Fizika és filozófia" című könyvében, hogy a tudomány új vívmányainak fényében az anyagnak és a materializmusnak új meghatározást kell kapnia.[8] Minden valószínűség szerint nem is sejtette Jeans, hogy az anyag és a materializmus új meghatározását Lenin már 1908-ban megadta.

---

[6] *Lenin·* Materializmus és empiriokriticizmus, 264 old
[7] *Lenin·* Össz Műv. XIII 303. old (oroszul).
[8] *Sir James Jeans;* „Physic and Philosophy", 1942

Térjünk most át a tömeg és az atom fogalmának megváltozására és azokra a filozófiai következtetésekre, melyek ebből a változásból folynak.

*

A tömeg fogalmát Newton vezette be a fizikába. A testek anyagiságának egyik megnyilvánulását — a tömeget — ettől kezdve az anyag szinonimájának tekintették a fizikusok; a tömeget úgy határozták meg, mint az anyag mennyiségét. A klasszikus fizika különbséget tett tehetetlen és súlyos tömeg közt. Az elsőre akkor bukkant rá Newton, amikor a mechanika törvényeit fogalmazta meg, a másodikra pedig a nehézkedés törvényeinek felállításánál. Newton kísérletileg bizonyította be, hogy ez a két tömeg arányos egymással.

E felfedezések után egyedül a *tehetetlen* tömeg bizonyult állandónak és vált ilymódon az anyag egyetlen jellemző lényegévé. Ekkor keletkezett az a meghatározás: a tömeg „a tehetetlenség együtthatója".

Newton mechanikája azon a feltevésen alapult, hogy a mozgó és a helyüket változtató testek tömege nem változik meg. Az ezzel kapcsolatos kutatások azt mutatták, hogy a testek tömege még abban az esetben sem változik meg, ha az illető test fizikai vagy kémiai változáson megy át. Lomonoszov fogalmazta meg a természettudomány történetében először, a tapasztalatból kiindulva, a tömeg megmaradásának törvényét. Ennek a törvénynek óriási jelentősége volt a tudományban, elsősorban a kémiában.

A továbbiak során mégis vizsgálat alá vették ennek a törvénynek az érvényét. Maxwell elméletének az elektromos jelenségek tanulmányozásánál való alkalmazása, majd később a speciális relativitáselmélet azt mutatta, hogy a mozgó test tehetetlen tömege függ mozgásának sebességétől. A gyors elektronok mozgá-

sának kutatása kísérletileg is igazolta azt a képletet, melynek értelmében a mozgó test tömege a sebesség fokozódásának arányában növekszik és végtelen naggyá válik, ha a mozgó test sebessége megközelíti a fény sebességét. Kezdetben az elektron tömegének növekedését azzal az ellenállással magyarázták, melyet az elektromágneses tér a mozgó elektronnal szemben kifejt (itt tehát ellentétbe állították az elektromágneses tömeget a kozönséges tehetetlen testtel), de a relativitáselmélet mélyebben tárta fel a gyors elektronok dinamikájára vonatkozó kutatások értelmét: mellőzte az elektromágneses és a tehetetlen tömeg ellentétbe állítását és megalkotta a nyugalmi tömeg fogalmát. Ez a (viszonylag) nyugalmi állapotban lévő test tömege.

De ezzel még nem ér véget a speciális relativitáselmélet szerepe a tehetetlen tömeg fogalmának megváltoztatásában. Ha a mozgó test sebességének növekedésekor a tömeg is növekszik, ez annyit jelent, hogy nő a test kinetikus energiája, ebből pedig azt a következtetést vonhatjuk le, hogy bizonyos arányosság, vagy ahogy mondani szokták: ekvivalencia áll fenn a tömeg és a kinetikus energia között. Itt felmerül a kérdés: nem ekvivalens-e a test nyugalmi tömege bizonyos energiamennyiséggel? A speciális relativitáselmélet a legnagyobb következetességgel oldotta meg ezt a kérdést és arra a megállapításra jutott, hogy minden energia bizonyos tömeggel ekvivalens és viszont: minden (nem okvetlenül mozgó) tömeg bizonyos energiakészlettel ekvivalens. A tömeg e szerint óriási energiát képvisel: pl. az egész emberiség egy évi szénszükséglete, 1500 millió tonna szén energiája 4—5 kg tömeg rejtett energiájából kitelnék. A tömeg és az energia ekvivalenciájának Einstein-féle képlete a modern fizika egyik legfontosabb egyenlete. Az atomfizika fejlődése — melynek során kiderült, hogy az anyag óriási energia-

forrást képvisel — fényesen igazolta Einstein képletének helyességét.

Azt hihetnők, hogy bizonyos fokig ugyanazt a szerepet játssza Einstein mechanikájában a nyugalmi tömeg, mint Newton mechanikájában a tömeg (az elektronok esetében ezt a lényeges tulajdonságot még az elektromos töltés is képviseli). Azonban vannak olyan fizikai objektumok, melyek véges tömeggel rendelkeznek ugyan, de nincs nyugalmi tömegük (és töltésük sem): ilyenek pl. a fotonok, vagy a fénykvantumok. Ezek annyiban léteznek, amennyiben a fény sebességével mozognak. A megállás a megsemmisülést jelenti számukra: az energia és a mozgásmennyiség úgy cserélődik ki egyrészt a fotonok, másrészt az elektronok, atomok, molekulák, stb. között, hogy egyes fénykvantumok megsemmisülnek, mások meg létrejönnek. Kétségtelen, hogy a fotonok is anyagi tárgyak, de a fotonok anyagisága egyáltalán nem jelenti azt, hogy ugyanahhoz a fizikai anyagtípushoz tartoznak, amelyhez az elektronok, atomok, molekulák, stb. (ez utóbbiak nyugalmi tömeggel rendelkeznek).

A tömeg fogalmának megváltozásával kapcsolatos rövid áttekintésünkből azt az ismeretelméleti következtetést vonhatjuk le, hogy a tömeg fogalmának az új felfedezések általi összezúzása ismét csak a dialektikus materializmus igazát bizonyítja. Amikor az elektromágneses tömeget felfedezték, Lenin ezt írta: „A világ mozgó anyag, s ennek az anyagnak mozgási törvényeit a lassú mozgásokat illetően a mechanika, a gyors mozgásokat illetően az elektrodinamika tükrözi vissza".[9] És néhány sorral tovább: „Az elektron úgy viszonylik az atomhoz, mint e könyv egy pontja egy 30 öl hosszú, 15 öl széles és 7 és fél öl magas ház térfogatához

[9] *Lenin*: Materializmus és empiriokriticizmus, 286. old.

(Lodge), másodpercenkint mintegy 270.000 kilométernyi sebességgel mozog, tömege sebességével együtt változik, másodpercenkint 500 trillió fordulatot tesz — mindez sokkal bonyolultabb, mint a régi mechanika, de mindez az anyag térben és időben végbemenő mozgása."[10]

Lenin hangsúlyozta, hogy a természetben a test mozgásának átalakulása annak a valaminek a mozgásává, ami nem állandó tömegű test — ez ismét a materialista dialektikát erősíti meg.

Ekképpen a jelenkori fizika összezúzta azt a tömegfogalmat, amelyet még Newton alkalmazott fizikájában, s új fogalmat vezetett be helyébe. A tudomány fejlődése nem zárja ki, hogy még tovább finomuljon és változzék a tömeg fogalma. És ugyanakkor azok a változások, amelyeken Newton óta a tömeg értelmezése keresztülment, semmi esetre sem ingatják meg azt a tényt, hogy a tömeg a test anyagiságának egyik megnyilvánulása, hogy az állandó tömeg, a nyugalmi tömeg, a változó tömeg stb. fogalmában objektív, az emberi tudattól független tartalommal van dolgunk, mely arra vezethető vissza, hogy a tömeg az anyag fizikai tulajdonsága.

Ugyanilyen gyökeresen változtatta meg a jelenkori fizika az atom fogalmát is. Végleg idejét múlta az atom változhatatlanságának, oszthatatlanságának és szétrombolhatatlanságának metafizikai elmélete, mely a XIX. században uralkodott. Kiderült, hogy a kémiai atom bonyolult anyagi képződmény; sőt mi több, maga is változik és fejlődik. Ha az atom kívülről közölt energiát nyel el, akkor, a keringő elektronok megtartásával, aktív állapotba megy át. Ha még nagyobb mennyiségű energiát közlünk az atommal kívülről, ak-

[10] U. o. 286. old

kor fokozatosan megszabadíthatjuk elektron-kíséretétől, egészen addig, amíg csak a csupasz atommag marad meg. A csillagok legbelsejét képező anyag, amelyben a mi földi képzeteink szerint hihetetlenül magas hőmérséklet és nyomás uralkodik, szintén ilyen, elektronburkaiktól megfosztott atommagokból áll.

Ha jóval erőteljesebb eszközökkel (alfa-részecskékkel, protonokkal, neutronokkal, gamma-sugarakkal) gyakorolunk hatást az atomra, akkor magát a magot is szétrombolhatjuk; így megy végbe a kémiai elemek átalakulása. Rutherford valósította meg először az elemek mesterséges átalakítását 1919-ben.

Tudjuk, hogy az atom nemcsak külső hatásra indulhat bomlásnak, hanem magától is széteshet. A jelenkori fizika tapasztalataival gazdagodott Mendelejev-féle periódikus törvény módot nyujt az elemek fejlődésének, a Földön való eloszlásuknak (Ferszman akadémikus), a kozmikus anyagok evolúciójának vizsgálatára. Kiderült, hogy a XX. század fizikájában az azelőtti *állandó* atom (ahogyan azt a XIX. század tudósai képzelték) helyét az elektron, pozitron, neutron és a többi, ú. n. elemi részecskék foglalták el.

A XX. század harmincas éveiig még csak mondhatták joggal a metafizikus beállítottságú elmék, hogy az atom eddigi szerepét most az elektron és a proton tölti be; de napjainkban az ilyesféle állításoknak immár semmi helyük nincs. A fizikai elemi részecskék (melyek meghatározzák az anyag állományát, annak valamennyi, a jelenkori tudomány által számontartott állapotában) jellegzetes tulajdonsága, hogy képesek átalakulni egymásba, hogy kölcsönös *minőségi* megfelelés van köztük. Az elemi részecskék — amint a II. fejezetben megemlítettük —, átalakulhatnak egymásba, teljesen megsemmisülhetnek, mint adott részecskék és eközben új részecskéket hozhatnak létre.

Tehát a természetben semmiféle metafizikai „állandó" nem létezik; az elemi részecskék elpusztulnak és keletkeznek, újból eltűnnek és újból létrejönnek az örök anyag végtelen átalakulásaiban. Ugyanakkor az atom régi értelmezése helyébe, mely szerint az atom egyszerű, igen kicsi, a makrokozmikus testekhez hasonló részecske, — ennek az értelmezésnek a helyébe az új atomfelfogás lépett. Eszerint az atom rendkívül bonyolult rendszer; ezt az atomfelfogást a tudomány minden egyes lépése újabb és újabb anyaggal gazdagítja és támasztja alá.

Levonhatjuk-e az atomfogalom változékonyságából, viszonylagosságából azt a következtetést, hogy ennek a fogalomnak nem felel meg obejktív tartalom, hogy atomok nem léteznek, stb?

A machizmus és a fizikai idealizmus úgy oldja meg ezt a kérdést, hogy tagadja az atomok létezését; csupán célszerű feltevésnek, szimbólumnak, önkényes elméleti alkotásnak tekinti az atomot.

Lenin e kérdésben felfedi az idealizmus egész hamisságát. Az atom, atommag, tömeg fizikai *fogalmának,* általában akármilyen fizikai objektum és a velejáró tulajdonságok fogalmának változékonysága, mindezen fogalmak viszonylagossága egyáltalán nem bizonyítják azt, hogy mindezek szubjektív fogalmak, hogy nem felel meg nekik az emberi tudattól független objektív valóság.

Éppen ellenkezőleg: az atomokra, atommagra, elektronra, tömegre vonatkozó elképzeléseink ugyan változékonyak, de ez a körülmény egyáltalán nem küszöböli ki e fizikai szubjektumok és tulajdonságaik létezésének állandóságát, abszolút jelentőségét. Sőt mi több: a tudomány fejlődése sohasem zárta ki az abszolút igazság elemeit; ezek szükségképpen velejárnak minden tudományos fogalommal, törvénnyel,

elmélettel, minden viszonylagosságuk ellenére. Így pl. a rádióaktivitás felfedezése, az elekrtonelmélet és Bohr atomelmélete csupán Dalton elméletének metafizikus túlhajtásait (az atomok oszthatatlansága, változhatatlansága stb.) söpörte el, de az elmélet abszolút elemét — t. i., hogy az atomok a kémiai jelenségek alkotóelemei —, a jelenkori tudomány örökre egyesítette az elmélet pozitív tartalmával. Ugyanígy a relativitáselmélet és a kvantummechanika egyáltalán nem semmisítették meg a klasszikus mechanikát, hanem megőrizték, mint szélső- vagy részletesetet, ennek pozitív tartalmát. Ebben az értelemben a klasszikus mechanika abszolút igazság és sohasem fogja elveszíteni óriási jelentőségét.

Így tehát a tudományos megismerés minden egyes újabb lépése nem annyira cáfolja, mint inkább módosítja az addigi, a régi tényeknek megfelelő fogalmat (vagy tételt); bonyolultabbá teszi, az új tényekkel hozza összhangba a fogalmat, elveti a régi elméletnek az objektív valósággal ellenkező túlhajtásait és a régi fogalmat az újnak (melyet az új elmélet alakított ki) rendeli alá. És éppen ebben rejlik a fizikai ismeretek viszonylagosságának valódi tartalma.

Ha nem értjük meg ismereteink viszonylagosságának — relativizmus elvének — igazi értelmét, ha nem tudjuk a relativizmus kérdését a materialista dialektika követelményeinek megfelelően felvetni, elkerülhetetlenül az idealizmus vermébe esünk, mondja Lenin. Ez is azok közé az okok közé tartozik, melyek a fizikai idealizmust létrehozták. Egyedül a materialista dialektika veti fel elméletileg helyesen a relativizmus kérdését.

„Hogy a viszonylagos igazságok összegéből és fejlődésükből tevődik össze az abszolút igazság — hogy a viszonylagos igazságok az emberiségtől független

tárgynak viszonylagosan hű képmásai, — hogy ezek a képmások egyre hűebbek lesznek, — hogy minden egyes tudományos igazságban, viszonylagossága ellenére, benne van az abszolút igazság eleme"[11] — mindezeket a lenini tételeket fényesen igazolta a jelenkori fizika.

*

Amikor a jelenkori fizikában az anyag és a mozgás problémáit vizsgáljuk, fontos jelentősége van számunkra annak az elemzésnek, melyet Lenin az úgynevezett „energetikai világnézet"-ről adott.

Lenin utal rá, hogy nem mehetünk el Ostwald „energetikája" mellett, amikor a filozófiai idealizmus és az új fizika bizonyos irányzatai közti kapcsolatról szólunk. Ostwald önkényesen használja az „energia" szót; ebbe az egy fogalomba sűríti az anyagot is, a szellemet is és ilymódon igyekszik mind a materializmus, mind az idealizmus „fölé" emelkedni. Ő úgy véli, hogy ha az energiából, mint alapfogalomból indulunk ki és elvetjük az anyag fogalmát, akkor ellentmondás nélkül építhetjük fel a fizikát és az ismeretelméletet. Ostwaldnak ezt a próbálkozását használták ki az idealisták. Számukra az anyag és mozgás új formáinak felfedezése ürügyül szolgált arra, hogy kiagyalják az anyag nélküli mozgást.

A valóságban pedig az történt, hogy a XX. század fizikája egyre újabb és újabb bizonyítékokkal támasztotta alá a dialektikus materializmus tételét, t. i., hogy a mozgás anyag nélkül *elgondolhatatlan*. „Az atom szétrombolhatósága, kimeríthetetlensége, az anyag minden formájának és mozgásának változékonysága

[11] U. o. 316. old.

mindenkor a dialektikus materializmus pillére volt"[12] — írta Lenin.

Nézzük meg, hogyan bírálta meg Lenin az „energetikai világnézetet".

Mint ismeretes, a rádióaktivitás felfedezése és az elektronelmélet bebizonyította, hogy az atom elektromos természetű. Ezzel kapcsolatban sok idealista ismét előtérbe helyezte a dinamizmus elméletét a fizikában. A dinamizmus elmélete, melyet még Kant is védelmébe vett, abból indult ki, hogy van anyag nélküli erő, vagy általánosabban: anyag nélküli mozgás. Az egyik német kantiánus, Hermann Cohen például ezt állította: „... az elektromosság tanának jutott osztályrészül, hogy az anyag felfogásában a legnagyobb fordulatot idézze elő, s az anyagnak erővé való átváltoztatásával az idealizmus győzelmét biztosítsa".[13] Lenin lerántja a leplet Cohenről és a többi idealistáról, akik elszakítják a mozgást az anyagtól. „Az elektromosságot az idealizmus munkatársának nyilvánítja (t. i. Cohen — *A ford.),* mert lerombolta az anyag szerkezetére vonatkozó régi elméletet, felbontotta az atomot, az anyag mozgásának új formáit fedezte fel, amelyek oly kevéssé hasonlítanak a régiekhez, oly kevéssé vannak még felderítve, kitanulmányozva, olyan rendkívüliek, ‚csodásak', hogy lehetővé válik egy olyan természetmagyarázat, amely szerint a természet *nem-anyagi* (szellemi, gondolati, pszichikai) mozgás."[14]

Ostwald kémikus lényegében szintén a dinamikus

---

[12] U. o. 286. old.

[13] Lenin idézete szerint lásd *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 288. old. — Az adott esetben Cohen a német idealista filozófia vonalát vitte tovább, amely filozófia Kant, Schelling és Hegel személyében védelmébe vette a dinamizmust az anyagi részecskék létezését elismerő atomizmussal szemben.

[14] *Lenin* Materializmus és empiriokriticizmus, 288. old.

elméletet tette meg „energetikus világnézete" alapjának. Ő a tiszta energia képzetéből kiindulva próbálta felépíteni a kémiát s nem véletlenül hangoztatta Hartmann, egy másik német idealista (akit Lenin „igazi német feketeszázas"-nak[15] nevez), hogy az energetika „a tiszta dinamizmus szövetségese, mert az anyagot ledönti trónjáról".[16]

Lenin így bírálja az idealistákat és az „energetikusokat": „Az anyag eltűnt — mondják nekünk —, s ebből ismeretelméleti következtetéseket akarnak levonni. Hát a gondolat megmaradt? — kérdezzük mi. Ha nem, ha az anyaggal együtt eltűnt a gondolat is, ha az anyaggal és az idegrendszerrel együtt eltüntek a képzetek és az érzetek is — akkor tehát minden eltűnt, eltűnt az önök okoskodása is, mint valamelyes ‚gondolatnak' (vagy torzgondolatnak) egy mintapéldánya. Ha pedig igen, ha feltételezik, hogy az anyag eltűnésével együtt nem tűnt el a gondolat (képzet, érzet stb.), akkor tehát önök titokban áttértek a filozófiai idealizmus álláspontjára."[17]

Lenin kimutatja, hogy az „energetikusok" mindenféle szofizmával kenik el az energia anyagiságának kérdését.

„Ostwald energetikája jó példa arra — írja Lenin —, hogy mily gyorsan válik divatossá egy ‚új' termi-

---

[15] *Feketeszázak* — így nevezte a nép az 1905-ös forradalom idején és a sztolypini reakció éveiben a legreakciósabb monarchista pártok („Az Orosz Nép Szövetsége", „Mihály Arkangyal Szövetsége" stb.) által a városok legelmaradottabb kispolgári és csavargó elemeiből a kormány és a titkos rendőrség támogatásával szervezett fegyveres alakulatokat, amelyek a zsidók és a forradalmár elemek ellen pogromokat hajtottak végre. Utóbb a „feketeszázas" kifejezést általában a szélső reakció megjelölésére használták.

[16] Lenin idézete szerint lásd *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 291. old.

[17] U. o., 271. old.

nológia s mily gyorsan derül ki, hogy egy névleg módosított kifejezésmód egyáltalán nem küszöböli ki a filozófia alapkérdéseit és a filozófiai alapirányokat."[18] Az energia átalakulása tudatunkon kívül, az embertől és az emberiségtől függetlenül megy végbe — íme, ez az energiára vonatkozó materialista nézőpont. Ostwald, mint kémikus, materialista, de amikor „filozofálni" kezd, már nem osztja az energiára vonatkozó materialista nézetet és ezt állítja: „... tudatunk folyamatai maguk is energetikaiak, s ezt a tulajdonságukat minden külső jelenségre rányomják".[19]

Ostwald energetikája fizikai szempontból is tarthatatlannak bizonyult. Az „energetikusok" nézeteit elfogadva a fizikusoknak abba kellett volna hagyniok a fizikai anyagok szerkezetének vizsgálatát, cáfolniok kellett volna a molekulák, atomok létezését stb. Oroszország haladó tudósai, mindenekelőtt az élenjáró természettudományos gondolat képviselői: Mendelejev és Sztoljetov harcot indítottak az energetikai irányzat ellen. Amikor Ostwald megtámadta a mechanikának az anyagi tömegek mozgásáról szóló tételét és olyan gondolatnak nevezte el, amely „az értelem gyermekkori állapotával" hozható csak összhangba — Ostwaldnak ez a kijelentése heves tiltakozásra késztette Sztoljetovot. Sztoljetov nyomatékosan hangsúlyozza, hogy „a fizikai tudományok területén... az energetika mindeddig semmi olyat nem fedezett fel, melyet meg ne találhatnánk a közönséges elméletekben", — majd Sztoljetov gúnyosan, de mélyenjáróan válaszol Ostwald fentebb idézett kijelentésére: „... Ostwald megcsillogtatja előttünk, hogy hogyan fogunk majd gondolkodni, ha a ‚gyermekkori állapotból' kilépünk: azt

[18] U. o., 277—78. old
[19] U. o., 275. old.

igyekszik például belénkbeszélni, hogy az *energia rugalmas* (!) és *az abszolút űrön száguld keresztül (!)*".[20]

A XX. századeleji fizikai felfedezések gyakorlata Sztoljetovnak adott igazat: a fizikai fejlődés rászorította az „energetikusokat", hogy vizsgálják felül nézeteiket. Még magának Ostwaldnak is el kellett ismernie az atom létezését.

Az, hogy az energetikusok lemondtak az anyag és szerkezetének kutatásáról, az empirizmushoz vezetett, az energia megmaradását és átalakulását kifejező ismert törvény szentesítésére, a fenomenológikus, tisztán leíró kutatási módok előtti hódolatra. Természetes, hogy amikor éppen csak dereng a jelenségek egy új területe, akkor a természetbúvároknak elkerülhetetlenül fenomenológikus módszerekhez kell folyamodniuk; csakhogy az energetika tökéletes állapotnak tünteti fel ezt a kényszerhelyzetet. Lenin találóan mondja erről: „A filozófusok számára az energetika alkalmul szolgált arra, hogy a materializmustól az idealizmushoz szökjenek át. A természetbúvár az energetikát alkalmas eszköznek tekinti arra, hogy az anyag mozgási törvényeit kifejtse olyan időben, amikor a fizikusok, ha szabad magunkat így kifejeznünk, az atomtól eltávolodtak, de az elektronig még nem jutottak el."[21]

Az atomfizika és a relativitáselmélet fejlődése, a fizikai anyagok szerkezetének tanulmányozása új feladatot tűzött a fizikusok elé: felül kell vizsgálni az energia fogalmát és az energia megmaradása és átalakulása törvényének azt a régi formáját, melyet még a klasszikus fizika dolgozott ki. Így pl. a fizikusok, akik a lithium-atomokat a hidrogén atommagjával bombázták, azt tapasztalták, hogy az egyik anyag átalakul

[20] *Sztoljetov:* Helmholtz és a jelenkori fizika, Moszkva 1941, 320. old. (oroszul).

[21] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 290. old.

egy másik anyaggá s eközben tömege is megváltozik. Kiderült, hogy mikor a lithium-atom és a hidrogén atommagja egymásba ütközik, akkor két hélium-atommag képződik, melyek nagyobb kinetikus energiával rendelkeznek, mint az eredeti részecskék. A tömeg és az energia ekvivalenciájának törvénye alapján kimondhatjuk, hogy ez az energianövekedés pontosan egyenlő azzal a tömeggel, mely az anyag szerkezetének megváltozása folytán veszendőbe ment.

Általában azt mondhatjuk, hogy a rádióaktivitást tanulmányozó fizikusnak lépten-nyomon dolga akad az energia és tömeg ekvivalenciájával, következésképpen a fizikának újra kellett fogalmaznia az energia megmaradásának törvényét és a tömeg megmaradásának törvényét. Ez pedig azt jelenti, hogy a tömeg megmaradásának, illetve az energia megmaradásának és átalakulásának a XIX. század fizikájában még különkülön is megálló törvényeit a jelenkori fizika összeolvasztotta. A két törvénynek ez az „egybeolvasztása" gazdagította a tömeg és energia, anyag és mozgás fizikai fogalmát is, de maguknak a törvényeknek értelmezését is. Minél mélyebbre sikerül behatolnunk az anyag szerkezetébe, annál pontosabban és teljesebben fogjuk fel az energia megmaradása és átalakulása törvényének a tulajdonképpeni tartalmát. Tehát Ostwald „energetikai" filozófiája és fizikája, minthogy tagadja az atomok létezését és az atomkutatás szükségességét, csak hátramozdította a fizikai gondolatot.

Az utóbbi időkben, I. Curie és Joliot felfedezésével, az „anyag annihilizációjával" és az „energia materializálódásával" kapcsolatban új, sajátos formában támadt fel az „energetika". Azonban a fentemlített fizikai fogalmak senkit sem jogosítanak fel arra, hogy idealista következtetéseket vonjon le belőlük. Az „anyag annihilizációja" és az „energia materializáló-

dása" — egyszerűen balul sikerült kifejezések (sok fizikus el is ismeri ezt), melyek felettébb pontatlanul, ismeretelméletileg semmitmondóan fejeznek ki bizonyos jelenségeket. I. Curie és Joliot felfedezése csupán azt bizonyítja, hogy nincs *tiszta* energia, de van *anyagi* mozgás (amennyiben minden energiát tömeggel lehet jellemezni és a tömeg az anyagiság megnyilatkozása), hogy a fény vagy a fényenergia általában szintén egyik formája az *anyagi* mozgásnak.

Ezen vizsgálatok alapján nem érthetünk egyet azzal sem, ahogy egyes művek a tömeg és energia ekvivalenciájának törvényét állítják be úgy, mint az anyag energiává való átalakulását. Az ilyen fajta beállítás fizikailag is helytelen már azért is, mert a tömeg és energia ekvivalenciájának törvénye arról is beszél, hogy minden energia tömeggel rendelkezik.

*

Nézzük még meg e fejezet végén, milyen szerepet játszik a matematika a XX. század fizikájában. Ez a kérdés közvetlenül kapcsolódik a fentebb tárgyalt kérdésekhez.

A természettudomány sikerei, közeljutása az olyan egynemű és egyszerű anyagelemekhez, melyeknek mozgástörvényei matematikai kidolgozást igényelnek — mindez különösen fellendítette a fizikában a matematika alkalmazását.

De ugyanez a körülmény sok tudósnál az anyag sutbadobására vezetett. „Az anyag eltűnik", „csak egyenletek maradnak"[22] — írja Lenin, az új fizika sajátos vonásait jellemezve. Lenin a fizikai idealizmus közvetlen okát egyrészt a relativizmus elvének helyte-

[22] U. o., 315. old.

len értelmezésében látja, másrészt pedig abban, hogy a fizikát megfertőzte a matematika szelleme.

Lenin vitába elegyedik Bogdánovval, aki Machhal együtt azt állította, hogy „a tudományban az anyag fogalmát a tömegnek a mechanikai egyenletekben mutatkozó koefficiensére redukálják, de pontos elemzés után kiderül, hogy ez utóbbi (a tömeg) két fizikai komplexum (test) egymásra hatásánál a gyorsulás fordított nagysága".[23] Az adott esetben Lenin Bogdánov példája alapján tárja fel, hogyan megy végbe a fizikai idealistáknál az anyag „eltűnése", s hogyan lépnek annak helyébe a matematikai szimbólumok. „Érthető — írja Lenin —, hogy ha valamely *testet* egységnek veszünk, akkor valamennyi többi test (mechanikai) mozgását a gyorsulás egyszerű viszonyával lehet kifejezni. No de a ‚testek' (azaz: az anyag) ezáltal egyáltalában nem tűnnek el, nem szűnnek meg tudatunktól függetlenül létezni. Ha majd az egész világot elektronok mozgására vezetik vissza, akkor az elektront az összes egyenletekből ki lehet majd küszöbölni, éppen azért, mert mindenütt odagondoljuk s az elektroncsoportok vagy elektronaggregátumok egymáshoz való viszonya kölcsönös gyorsulásukra vezetődik majd vissza — ha a mozgás formái éppoly egyszerűek lennének, mint a mechanikában."[24]

Napjainkban még jobban bővült a matematika alkalmazási területe a fizikában. Hallgassuk csak meg, mit mondanak maguk a fizikusok a matematika szerepéről tudományunkban.

„A matematika — írja O. Hwolson —, egészen kivételes, nem mellék-, hanem *vezérszerepet* játszik az új tanban (a kvantummechanikában. — *A szerző).* En-

[23] Lenin idézete szerint, lásd u. o, 293. old.
[24] U. o, 293—94. old.

nek nem látjuk párját a fizika többi, akár elméleti ágaiban sem. Kis túlzással elmondhatjuk, hogy az új tanban *alig maradt valamelyes fizika* (aláhúzás tőlem — *A szerző).* A legfontosabb itt az, hogy ez nem az a felsőbb matematika, amelyet általában az egyetemeken, főiskolákon és műegyetemeken előadnak, amelyben minden fizikus tájékozódni tud s fel tudja használni. Nem. Itt olyan matematikai ágak kerültek előtérbe, amelyekről a legtöbb fizikus soha semmit sem hallott."[25]

Némileg másképpen vélekedik Dirac. A „Kvantummechanika alapjai"-hoz írt előszavában Dirac utal arra, hogy a matematika különösen alkalmas eszköz absztrakt fogalmak meghatározására, tehát minden, a jelenkori fizikáról szóló könyvnek, ha nem akar csupán fizikai kísérletek leírására szorítkozni, egyszersmind matematika-könyvnek kell lennie. Ugyanakkor hangsúlyozza Dirac: „De nem szabad elfelejtenünk, hogy a matematika csupán szerszám, s hogy tudnunk kell uralkodni a fizikai fogalmakon, matematikai formájuktól függetlenül is. Úgy igyekeztem megírni ezt a könyvet, hogy a fizika legyen benne előtérben."[26]

A fizikusok kivétel nélkül meg vannak győződve a felől, hogy a jelenkori fizika nem boldogulhat a matematika nélkül, minthogy ellenkező esetben puszta kísérletek egyszerű leírásává válik — de a matematika és a „fizikai empiria" kapcsolatának kérdésében már nincsen egységes vonaluk. Napjainkban az a vélemény kapott lábra a fizikusok között, hogy a matematikai forma megszabadítja a fizikai elméleteket a kísérleti ellenőrzéstől, hogy a matematika állítólag axiomatikus, deduktív alapon építette fel a fizikát, ahol a

[25] *Hwolson*, „Fizika" 1933, I 600 old.
[26] *Dirac:* Principles of quantum Machinics.

tapasztalat, a kísérlet szerepe szinte nullára redukálódik stb. Például röviddel a neutron felfedezése előtt néhány elméleti fizikus kijelentette, hogy semmi szükség sincs a további kísérletezésekre, hiszen a kísérletek már semmi újjal nem járulhatnak a kvantummechanika egyenleteihez.

Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban, ahol arról ír, hogy „a fizikát meghódította a matematika szelleme", megjegyzi, hogy „a reakciós törekvéseket maga a tudomány haladása szüli".[27] Az anyag mozgási törvényeinek matematikai formába öntése hatalmas lépést jelent előre a fizikában; viszont a fizikai elméletek (relativitáselmélet, kvantumelmélet) absztrakt tételeinek a kísérleti felfedezések (rádióaktivitás, elektronok, az elemek átalakulása stb.) rovására történő különválasztása, kiemelése egyenesen az idealizmushoz vezet. A matematikai módszer hatalmas *absztrakt* módszer, de a „kísérletezés módszerével" szembeállítani mégsem szabad. Csupán a matematika és a tapasztalat közötti szoros, szerves kapcsolat biztosítja az anyagi valóság igazi megismerését. „Az eleven szemlélődéstől az absztrakt gondolkodáshoz és *innen a gyakorlathoz:* ez az *igazság* megismerésének, az objektív valóság megismerésének dialektikus útja" — írja Lenin.[28]

A matematika olyan irányító szerepre tett szert az új fizikában, amilyenre még sohasem. Ezt mutatja Dirac elektron- és pozitronelméletének példája is.

Gondoljuk el, hogy Einstein relativista mechanikájában néhány, kísérletileg ellenőrzött egyenlet kapcsolja össze a részecskék kinetikus energiáját és mozgásmennyiségét (az egyenletekben természetesen még

[27] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 315. old.
[28] Lenin: gyüjtemény, IX. 183—184. old. (oroszul).

más tényezők is szerepelnek). Ha már most a változók — a kinetikus energia és a mozgásmennyiség — helyébe néhány általánosabb tényezőt, ú. n. operátorokat írunk és bizonyos módon általánosabbá tesszük az egész egyenletet, akkor a kvantummechanika hullámegyenletét kapjuk eredményül. Ezt az utóbbi egyenletet aztán olyképpen módosíthatjuk, hogy kielégítse a kvantummechanika néhány általánosabb követelményét: ekkor új egyenletet kapunk, új változókkal. Ha ezeket a változókat fizikailag megmagyaráztuk, fény derül az elektronok mozgásának néhány tulajdonságára, maga az egyenlet pedig olyan jelleget ölt, aminek alapján megjósolhatjuk a pozitron létezését.[29]

Tehát a matematika mintegy kijelöli a körvonalait annak a lehetséges elméletnek, melyet majd a fizika létrehoz. Az elmélet kialakításának, vagy megszerkesztésének ezt a módszerét, melyet oly gyakran használ a jelenkori fizika, Sz. I. Vavilov akadémikus a *matematikai hipotézis módszerének* nevezte el. A módszer lényege már tisztán áll előttünk a fentebbi példa után. De nyomatékosan hangsúlyozzuk, hogy a matematikai hipotézis is olyan kifejezésekkel kezdődik, melyeket a *tapasztalat már megerősített* és olyan kifejezésekre vezet, melyek *megegyeznek a tapasztalattal vagy eltérnek tőle*. Ez utóbbi esetben vagy tovább dolgoznak a matematikai hipotézisen, vagy teljesen elvetik.

A matematikai hipotézis módszerével kapcsolatban elmondottakat összegezve azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ez a módszer nemhogy kizárná, hanem

[29] A példát természetesen csak durván, egészen elnagyolva fejtettük ki. Elhagytuk belőle Dirac elméletének azokat a lényeges részleteit (a „negatív energiát", stb.), amelyek az elmélet megjelenésekor oly nagy gyanakvást keltettek a fizikusokban. Nem véletlen, hogy a pozitront Dirac elméletétől függetlenül fedezték fel, habár ez az elmélet a felfedezés előtt keletkezett és valóban ebbe az irányba mutatott.

egyenesen feltételezi a kísérleti módszer alkalmazását. Éppen ez az utóbbi körülmény teszi a matematikai módszert oly hatásossá a jelenkori fizikában. Hiába próbálnak tehát az idealisták arra a körülményre támaszkodni a maguk spekulációjában, hogy a jelenkori fizika tág teret nyitott a matematika alkalmazásának.

Negyedik fejezet

A TÉR ÉS IDŐ PROBLÉMÁJA A JELENKORI FIZIKÁBAN

„A materializmus elismeri az objektív valóság, azaz a mozgásban lévő anyag tudatunktól független létezését, s ezért elkerülhetetlenül el kell ismernie az idő és tér objektív valóságát is"[1] — írta Lenin. Tehát a dialektikus materializmus nézőpontjából a tér és idő problémája szorosan összefügg az anyag és mozgás problémájával.

Lenin mélyrehatóan kidolgozta és továbbfejlesztette a térre és időre vonatkozó marxista filozófiai tant. Amit Lenin ezen a téren tett, az közvetlen kapcsolatban áll a tér és az idő fizikai fogalmának területén végbement, az új fizika által előidézett fordulattal. Einstein relativitáselmélete, mely ezt a fordulatot közvetlenül előidézte, alkalmazásra talált a fizikai problémák megoldásában és tovább is fejlődött, de már csak azután, hogy Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvét megírta. A Lenin által a térrel és idővel kapcsolatban kifejtett gondolatok mégis szilárd alapot nyujtottak a relativitáselméletből levonandó materialista következtetések számára.

A relativitáselmélet a klasszikus mechanika tovább-

[1] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 172. old.

fejlesztésében a Maxwell—Lorentz elektrodinamikájában mutatkozó ellentmondások leküzdésének eredményeként született meg. Ezek az ellentmondások a XIX. és XX. század határán éleződtek ki leginkább és sürgették a tér és idő problémájának új fizikai megoldását.

Ennek a megoldásnak, melyet a relativitáselmélet adott, vissza kellett tükröződnie a filozófiai gondolkodásban is, minthogy a tér és idő fogalma, az anyag és mozgás fogalma mellett, a fizika és a filozófia alapvető fogalmai.

Mit értett a klasszikus fizika tér és idő alatt?

Newton a „Természetfilozófia matematikai elvei" (Principia) című munkájában fogalmazta meg a fizika tudományának főbb fogalmait. Az ő tér- és időmeghatározását rengeteg fizikai és filozófiai mű idézi, de mégis szükségesnek tartjuk itt újból elismételni őket, minthogy ezek adják meg a klasszikus fizika tér- és időfogalmának az alapját.

Newton a tér, idő, hely, mozgás fogalmánál megkülönböztet egyrészt abszolút, igazi, matematikai, másrészt pedig viszonylagos, látszólagos, közönséges teret, időt, helyet, ill. mozgást.

Az abszolút tér, mondja Newton, már lényegénél fogva is közömbös mindenféle külső hatás iránt: mindig ugyanaz és mindig mozdulatlan. A hely a térnek az a része, amelyet testek töltenek be, s abszolút is lehet. Az abszolút, igazi, matematikai idő, lényegénél fogva, egyenletesen folyik le és semmiben nem különbözik az időtartamtól. Az abszolút mozgás alatt a testek helyváltoztatását értjük, egyik abszolút helyről a másikra.

A viszonylagos, látszólagos, közönséges idő — írja tovább Newton —, az időtartamnak olyan külső mértéke, mely érzeteink által felfogható és amelyet a min-

dennapos életben az igazi, matematikai idő helyett használunk, pl.: óra, hónap, év. Newton a viszonylagos tér és a viszonylagos mozgás fogalmát is meghatározza. Newton szerint, mint maga is írja, a fizika feladatai közé tartozik, hogy felfedezze az abszolút, igazi mozgásokat az őket előidéző erők alapján, vagy a viszonylagos mozgások alapján; ő egyébként azt vélte, hogy az abszolút teret az olyan gyorsuló mozgásból lehet felfedezni, amelynél centrifugális erő lép fel (pl. a körmozgás).

Newton mozgás-, tér- és időelméletén alapul a klasszikus mechanika úgynevezett relativitás-elve (melyet még Galilei mondott ki). Modern megfogalmazásban ez ennek az elvnek a lényege: ha az inerciarendszerhez viszonyítva egyenletesen és egyenes vonalban mozog egy másik rendszer, akkor Newton mechanikai törvényei éppúgy érvényesek erre a (második) rendszerre, mint ahogy az inerciarendszeren belül érvényesek.[2]

A klasszikus mechanika relativitás-elve csak a következő feltevés mellett érvényes: az illető eseménynek az inerciarendszerre vonatkoztatott időtartama és távolsága egyenlő ugyanannak az eseménynek a másik rendszerre vonatkoztatott időtartamával, ill. távolságával — ha ez a másik rendszer az elsőhöz képest egyenletesen és egyenes vonalban mozog.

Tehát a klasszikus fizika tanítása a térről és időről szükségszerűen tartalmazza a következő feltételeket: a tér és idő objektív valóság; a tér és idő független egymástól; a tér és idő független a mozgó anyagtól.

A mechanikus materializmus abszolúttá tette az

[2] Inerciarendszer alatt azt az anyagi rendszert értjük, amelynek mozgási állapotára érvényes a tehetetlenség (inercia) törvénye.

utolsó két tételt. A mechanikus materializmus nézőpontjából az objektív világ a lényegükből következően változatlan testek mozgásából áll, az egymástól elkülönületlen létező térben és időben. Igaza van-e a mechanikus materializmusnak?

Az természetesen helyes megállapítás, hogy a tér és idő objektíven, az ember tudatától függetlenül léteznek. Ez a gondolat a filozófiai materializmus alaptételei közé tartozik. Azonban nem érthetünk egyet azzal, hogy a tér és az idő abszolút függetlenek egymástól is és a mozgó anyagtól is.

A dialektikus materializmus hangsúlyozza az anyagi világ (természet) olyan megnyilvánulásainak kapcsolatát, mint amilyen a tér és az idő. „Minden lét alapformái a tér és az idő"[3] — mondja Engels. „A tér és idő... a lét objektív valóságos formái"[4] — írja Lenin. Ezek alapján világos, hogy a tér és az idő, mint az anyag *létének* formái, nem azonosak sem egymással, sem a mozgó anyaggal, tehát meghatározott önállósággal (függetlenséggel) rendelkeznek. De ugyanakkor ezek *az anyag létének* formái, következésképpen belső kapcsolatuk van egymással is és a mozgó anyaggal is. Engels ezt írja a térről és az időről: „... az anyag létezésének e két formája az anyag nélkül semmivé foszlik; üres elképzelésekké, absztrakciókká válnak, melyek csak a mi fejünkben léteznek".[5]

Így tehát a tér, melyet a mechanikus materializmus csupán a testek tartályának tekint és az idő, mely az előbbi tan szerint csupán tiszta időtartam — ez a tér és ez az idő az absztraháló fontolgatások terméke, ilyesféle tér és idő a valóságban, vagyis mint objektív

[3] *Engels:* Anti-Dühring, 50. old.
[4] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 173 old.
[5] *Marx-Engels:* Gesamtausgabe, 477. old.

valóságos tér és idő, nem létezik. Ebből tehát azt látjuk, hogy a dialektikus és a mechanikus materializmus egymástól eltérően alakították ki nézetüket a tér és az idő kérdésére vonatkozóan.

Álljunk meg néhány olyan filozófiai kérdésnél, melyek Newton tér- és időelméletével vannak kapcsolatban.

A XIX. század hetvenes éveiben fellépő burzsoá filozófusok között Mach egyike volt a legelsőknek, akik a newtoni tér- és időértelmezést bírálták. A Newton nézeteiről adott machi kritikát elsősorban az jellemzi, hogy Mach e nézetek mechanikus egyoldalúságát nem tudja elválasztani attól a ténytől, hogy a tér és idő az ember tudatán kívül létezik. Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvében Machnak a következő szavait idézi: „A jelenkori fizikában ... még érvényben van Newtonnak az abszolút időre és abszolút térre, az időre és a térre mint olyanra vonatkozó nézete. Ez a nézet ‚nekünk' értelmetlennek látszik ... De a *gyakorlatban* ez a nézet *ártalmatlan* volt ... s ezért hosszú ideig nem volt bírálat tárgya."[6]

Lenin védelmébe veszi Newtonnak a tér és idő objektív voltára vonatkozó materialista gondolatát az idealista Mach támadásaival szemben. „Ez a materialista nézet ártalmatlanságára vonatkozó naiv megjegyzés teljesen elárulja Mach mivoltát! — írja Lenin. — Először is nem igaz, hogy az idealisták ezt a nézetet ‚hosszú ideig' nem bírálták; Mach egyszerűen nem veszi tudomásul az idealista és materialista ismeretelméletnek e kérdés körül folyó harcát; kitér a két nézet nyílt és világos kifejtése elől. Másodszor, midőn elismeri az általa kétségbevont materialista nézetek

[6] Lenin idézete szerint, lásd *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 177. old.

‚ártalmatlanságát', Mach ezzel egyúttal lényegében elismeri helyességüket is... Az idő és tér objektív valóságát illető materialista nézet csak azért lehet ‚ártalmatlan', mert a természettudomány *nem lépi túl* az idő és tér határát, az anyagi világ határát, átengedve ezt a foglalkozást a reakciós filozófia professzorainak. Ez az ‚ártalmatlanság' egyenlő a helyességgel."[7]

Lenin idézett válaszából világosan kitűnik, hogy Lenin Newton nézetének csak azt a részét védi, amelyben a tér és az idő objektív valóságáról van szó. Sehol és sohasem írta Lenin azt, hogy a *dialektikus materializmusnak* a térre és időre vonatkozó tanítása megegyezik Newtonnak az abszolut térről és időről szóló *fizikai* tanával. A térre és időre vonatkozó lenini nézeteknek ez az általunk hangsúlyozott vonása nagyon lényeges. Éppen ezért megkívánja, hogy részletesebben foglalkozzanak vele.

Az ismeretelmélet szempontjából a tér és idő problémáját nem lehet az igazság kérdésétől függetlenül és ettől különállóan megoldani. Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban fejtette ki a dialektikus materializmus tanítását az objektív, abszolút és viszonylagos igazságról. „Materialista az — írja —, aki elismeri az objektív igazságot... Elismerni az objektív, vagyis az embertől és az emberiségtől független igazságot annyi, mint így vagy amúgy elismerni az abszolút igazságot."[8] Továbbá rámutat Lenin arra, hogy ez az „így vagy amúgy" választja el a metafizikus materialistát a dialektikus materialistától. Az előbbi úgy tekinti az abszolút igazságot, mint végső, végleges, örök igazságot. Az utóbbi megoldja az abszolút és a viszonylagos igazság közti viszony kérdését; számára

[7] U. o., 177. old.
[8] U. o, 126. old.

az abszolút igazság a viszonylagos igazságokból alakul ki.

Leninnek ezek a mélyértelmű gondolatai közvetlen kapcsolatban állanak a tér és az idő megismerhetőségének kérdésével is. A metafizikus materialista úgy véli, hogy a tér és az idő fizikai fogalma egycsapásra, teljes egészében, abszolút módon ki tudja fejezni az objektív teret és időt. Lényegében e felé a nézet felé hajlott Newton is, amikor azt állította, hogy a centrifugális erő lehetővé teszi majd az abszolút tér felfedezését (és ekkor ez utóbbi egyszersmindenkorra megismertté válik). A dialektikus materialistának ezzel szemben az az álláspontja, hogy a tér és az idő fizikai fogalma az objektív teret és időt nem egycsapásra, a maga egészében, hanem viszonylagosan, hozzávetőlegesen fejezi ki. A relativitáselmélet ezt az utóbbi utat követte. Az alábbiak során kimutatjuk majd, hogy a relativitáselmélet egész tartalma feltételezi annak a filozófiai gondolatnak igazságát, hogy a fizikai, viszonylagos megismerés egyre pontosabban és teljesebben tükrözi vissza a természetet, az objektív valóságos teret és időt.

*

Hogyan fejlesztette tovább a relativitáselmélet a tér és idő fizikai tanát? Igazolta-e ez a fejlődés a dialektikus materializmust? Milyen filozófiai következtetéseket vonhatunk le ebből a fejlődésből?

Kezdjük egy példával. Tegyük fel, hogy meg kell mérnünk két esemény közti időtartamot. Az első esemény legyen az, hogy a moszkvai Kreml toronyórájának kismutatója hegyével az 1-es számra mutat — a másik esemény legyen az, amikor a kismutató a 2-es számjegyre mutat. A toronyórával szemközti Vörös Téren álló megfigyelő azt fogja mondani, hogy az

eközött a két esemény között eltelt idő egy órával egyenlő. Most azt kérdezzük: vajjon ugyanezt az eredményt kapná a Nap felszinén álló megfigyelő is, ha ugyanezen két esemény közti időt akarja meghatározni?

Absztrakt megfontolás alapján két válasz lehetséges. 1. Lehetséges, hogy a Nap felszinén álló megfigyelő ugyanarra az eredményre jut, mint az, aki a Vörés Téren áll. 2. Lehetséges, hogy amikor a Napon lévő megfigyelő meghatározza a földi időközöket, akkor a Föld viszonylagos mozgása is belejátszik a meghatározásba és a Napon lévő megfigyelő egészen más eredményt kap, mint a Vörös Téren lévő.

A klasszikus fizika lényegében nem tagadta ezt a második lehetőséget.[9] De amikor a klasszikus fizika nagy általánosságban nem zárta ki annak lehetőségét, hogy a viszonylagos mozgás hatást gyakorolhat a megfelelő nagyságok mérésére, tulajdonképpen azt tartotta, hogy ez a hatás elvileg elhanyagolható. Ehhez csak az abszolút mozgást kellett ismerni és a megfelelő nagyságok méreteit az abszolút térben és időben tartózkodó megfigyelőhöz viszonyítani, vagy pedig — ami tulajdonképpen ugyanazt jelenti —, a nagyságok méreteit az éterhez viszonyítani. Ebben az esetben az derült volna ki, hogy az összes megfigyelők, bárhogyan mozognak is egymáshoz viszonyítva, „kiigazítást" végezhetnek viszonylagos mozgásukon és így a mérésnél egy és ugyanazt az „igaz" eredményt kapják. Tehát a klasszikus fizika a második lehetőséget az elsőre vezeti vissza. A klasszikus fizika nézőpontjából az ad alapot erre a visszavezetésre, hogy létezik egy olyan

[9] Newton például ezt írta: „Lehetséges, hogy nem létezik olyan egyenletes mozgás, amelynek segítségével abszolut pontosan mérhetnénk az időt."

rendszer, amelyre vonatkoztatva „az igazságnak a leginkább megfelelően" lehet a természet törvényeit megfogalmazni.

A relativitáselmélet egyedül a második lehetőséget ismeri el. Úgy véli, hogy ha a mi két megfigyelőnk mérési eredményei különböznek is egymástól, azért még mindkét eredmény egyformán igaz. Vizsgáljuk meg részletesebben a relativitáselmélet (mégpedig a speciális relativitáselmélet) álláspontját.

Fentebbi példánkban a Vörös Téren álló megfigyelő azt fogja állítani, hogy a két ismert esemény ugyanazon a helyen zajlik le. Ezzel szemben a Napon tartózkodó megfigyelő azt mondja, hogy a két esemény két különböző helyen zajlik le: hiszen a Föld óránként 113.000 kilométeres sebességgel halad pályáján és a Napban lévő megfigyelő szempontjából ez a távolság választja el egymástól a két eseményt. Tehát két különböző időben lezajló esemény helyének azonos volta nem abszolútum, ami nincs kapcsolatban az anyagrendszer (amelyre a meghatározott helyeket vonatkoztatjuk) mozgásával, hanem relatívum; függ ennek az anyagrendszernek a mozgási állapotától.

Ami ezt az utóbbi tételt illeti, itt egy a véleménye a klasszikus fizikának és a relativitáselméletnek. De a klasszikus fizika ezenkívül még abszolút helyek létezését is feltételezi, a relativitáselmélet pedig tagadja az ilyen helyek létezését. Tehát a klasszikus fizika nem tudta következetesen végigvinni a térképződmények viszonylagosságának tanát. Ezt a relativitáselmélet tette meg.

A relativitáselmélet vizsgálat alá vette a klasszikus fizikában elfogadott egyidejűség-fogalmat is.

Két különböző helyen történő esemény egyidejűsége a klasszikus fizika nézőpontjából független az észlelési rendszer mozgásától, ebben az értelemben tehát

abszolút. A relativitáselmélet tagadja ezt a tételt és azt a tételt állítja fel, hogy az idő meghatározásának csak akkor van értelme, ha egyúttal utalunk arra a rendszerre is, amelyhez az időt viszonyítjuk. Másszóval: az egyidejűség is viszonylagos.

A relativitáselmélet megállapította a távolságok és az időtartamok viszonylagosságát is. Nem létezik magábanvaló távolság és magábanvaló időtartam, ahogyan azt a klasszikus mechanika állította. Mindenféle távolság és időtartam szükségszerűen valamilyen meghatározott anyagrendszerhez van viszonyítva és ez utóbbi mozgásától függően nyer meghatározást.

Ilymódon a relativitáselmélet tagadja a tér- és időelemek, mint valami önálló, egymással és a mozgással össze nem függő dolgok létezését. A relativitáselmélet a tér- és időelemek oszthatatlan kontinuumát (folytonosságát) állítja fel a térbeli és időbeli jelenségeket jellemző önálló kategóriaként. Így pl. a klasszikus mechanikában alkalmazott távolság- és időtartamfogalom szerepét az úgynevezett intervallum játssza a relativitáselméletben. Az elmélet szerint az intervallum sajátos egyesülése a térbeli távolságnak és az időtartamnak. A relativitáselméletnek ezt a leglényegesebb sajátosságát Minkowski matematikus így fejezte ki képletesen: „Ettől a pillanattól kezdve a magábanvaló térnek és a magábanvaló időnek el kell tűnnie a homályban és csupán e kettőnek egy bizonyos együttese őrizheti meg önállóságát ideig-óráig."[10]

A relativitáselmélet főbb tér- és időtételei a tapasz-

[10] Minkowskinak ezek a szavai, melyeket a kölni természettudományos kongresszuson tartott híres beszédéből (1908) vettünk, eredetiben így hangzanak: „Von Stund an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken, und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren."

talat alapján keletkeztek. A speciális relativitáselmélet elsősorban Maxwell és Lorentz elektrondinamikájának tapasztalati tényeit, valamint Michelson kísérletének eredményeit használta fel. Alapvető jelentőségű volt az a törvény is, mely kimondja, hogy a fény terjedési sebessége légüres térben állandó.

A fény légüres térben való terjedésének törvénye és a klasszikus fizika relativitáselve kölcsönösen kizárják egymást. (Együttes alkalmazásuknál például az derül ki, hogy a fénysugár, amely egy bizonyos rendszerhez képest meghatározott sebességgel mozog, a klasszikus mechanika relativitáselve értelmében más sebességgel mozog egy másik rendszerhez képest — holott, az állandó fénysebesség törvénye szerint, a fény sebességének minden rendszerhez képest ugyanakkorának kell lennie.) Einstein kimutatta, hogy a valóságban teljesen összhangban áll egymással a relativitás elve és a fény terjedésének törvénye; csupán a relativitás elvét kell némileg másképpen megfogalmazni, mint ahogy azt a klasszikus mechanika tette; ehhez pedig felül kell vizsgálni a newtoni tér- és időfogalmat.

Az említett követelménynek megfelelően fogalmazta aztán meg Einstein a következő tételt, melyet speciális relativitáselméletnek neveztek el: a természeti jelenségek minden inerciarendszerhez viszonyítva ugyanazok szerint az általános fizikai törvények szerint mennek végbe. Vagy rövidebben: minden inerciarendszerre ugyanazok a fizikai törvények érvényesek. Ezen elv alapján olvasztotta egybe a relativitáselmélet a mechanika és az elektromágnesség tan törvényeit, miközben Newton mechanikai törvényei is új alakot kaptak.

Ezek voltak a speciális relativitáselméletnek a térre és időre vonatkozó fizikai nézetei. Az általános relativitáselmélet folytatta azt a forradalmat a fiziká-

ban, amelyet a speciális relativitáselmélet robbantott ki; ennek folyán még gyökeresebb változásokon kellett átmenniök a térre és időre vonatkozó fizikai nézeteknek. Nem térünk ki az általános relativitáselmélet vizsgálatára, hanem azokat a filozófiai következtetéseket vesszük sorba, amelyek a fizika tér- és időfogalmának a fentiekben összegezett fejlődése során keletkeztek.

Kétségtelen, hogy a tér és az idő fizikai fogalma változik a tapasztalat fejlődésével és a tudomány növekedésével, egyre mélyebben tükrözi vissza a teret és az időt. Lenin rámutat arra, hogy nem tudunk következetesen kitartani a filozófiában a materialista álláspont mellett, „ha nem ismerjük el határozottan és félreérthetetlenül, hogy a fejlődésben lévő idő- és térfogalmaink az objektív, valóságos időt és teret *tükrözik vissza* és itt is, mint általában, az objektív igazsághoz közelednek."[14]

A tér és az idő fizikai fogalmában végbement változások, melyeket a speciális relativitáselmélet (és ugyanolyan joggal mondhatjuk: az általános relativitáselmélet) idézett elő, egyáltalán nem mondanak ellene a dialektikus materializmus térről és időről szóló tanának. Sőt mi több: ezek a változások a dialektikus materializmust igazolják. A relativitáselmélet, mely a teret és az időt belső kapcsolatukban szemléli, sokkal pontosabb és teljesebb képet ad az objektív térről és időről, mint a klasszikus mechanika.

A machisták a tér és idő fizikai fogalmának változékonyságára, viszonylagosságára akartak építeni. Ebből a tényből azt a teljesen helytelen következtetést vonták le, hogy nem létezik objektív valóságos tér és idő. Lenin leleplezte a machizmus csalását ebben a kérdésben: „Az embernek a térről és időről való képzetei

[11] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 174. old.

viszonylagosak, de ezekből a viszonylagos képzetekből tevődik össze az abszolút igazság, ezek a viszonylagos képzetek fejlődésükben az abszolut igazság vonalán haladnak, az abszolut igazsághoz közelednek. A térről és időről való emberi képzetek változékonysága éppoly kevéssé cáfolja meg a tér és idő objektív valóságát, miként az anyag szerkezetéről és mozgási formáiról való tudományos ismeretek változékonysága nem cáfolja meg a külső világ objektív valóságát."[12]

A machisták fentebb említett hibáihoz hasonló hibákat követ el a relativitáselmélet sok idealista hódolója is; ez utóbbiak görcsösen belekapaszkodnak Einstein egy-két hibás filozófiai állításába. Így például ezek úgy tárgyalják a mozgásjelenségek fizikai viszonylagosságáról szóló relativitáselméletet, mint amelylyel a jelenkori tudomány állítólag megdöntötte volna a filozófiai materializmus tételét az objektív tér és idő létezéséről. Továbbá az a tény, hogy a relativitáselmélet tagadja Newton *fizikai* tanítását az abszolut térről és időről, az idealisták szerint állítólag bizonyíték amellett, hogy a tér és az idő fogalma semmi abszolut elemet (az abszolut igazság értelmében) nem tartalmaz.

Az eddigiek folyamán elsősorban is az derült ki, hogy a relativitáselmélet az objektív térrel és idővel foglalkozik. Einstein helyesen állítja, hogy a magábanvaló szubjektív időt nem lehet megmérni. Ugyanezt mondhatjuk el a szubjektív térről is. A fizika mindig olyan természeti jelenségekkel foglalkozott, foglalkozik most és ezután is, melyek az objektív valóságos térben és időben zajlanak le — amennyiben a fizikusok kísérletileg, tapasztalatilag ellenőrzik tudományuk tételeit, vagyis amennyiben, így vagy amúgy, gyakor-

[12] U. o., 174. old.

latilag viszonyulnak az őket körülvevő objektív világhoz.

Továbbá a relativitáselmélet egyáltalán nem veti ki eszmei tartalmából az abszolutum fogalmát akkor, amikor a tér és idő problémáját oldja meg. Különbséget kell tennünk abszolutum és abszolutum között egyrészt az abszolut igazság ismeretelméleti értelme szerint, ahogyan ezt a fogalmat a filozófiában használják, másrészt meg az abszolutum fogalmának fizikai értelme szerint, ahogyan ezt a fogalmat a fizikában használják (az adott esetben azt értik abszolutum alatt, ami független az észlelési rendszer megválasztásának esetlegességeitől; a mérések t. i. erre az észlelési rendszerre vonatkoznak). Ezeknek a fogalmaknak az összetévesztéséből ered az idealisták hibás elméleti következtetéseinek jórésze a tér és idő problémája körül. Amidőn a relativitáselmélet megfogalmazza a térre és időre vonatkozó tételeit, növeli a tér és idő abszolut igazságával kapcsolatos ismereteinket. Tehát a relativitáselmélet, mint minden valóban tudományos elmélet, mindig az objektív abszolut igazság elismeréséből indult ki és sohasem volt semmi köze a filozófiai relativizmushoz.

A relativitáselmélet nem veti el fizikai értelemben sem az abszolutum fogalmát, bár első pillantásra ennek éppen az ellenkezőjét gondolhatnánk.

Newtonak még szüksége volt az abszolut (a newtoni „Principia" értelmében abszolút) térre és időre, hogy a természeti törvényeket a méréssel járó mellékkörülményektől függetlenül fejezhesse ki (vagyis hogy kiküszöbölhesse a mérési eredményeknél az észlelési rendszer viszonylagos mozgásának bárminemű hatását). A relativitáselmélet tagadja a newtoni abszolut teret és időt, de megvannak az eszközei hozzá, hogy kiküszöbölje az észlelési test megválasztásánál előforduló

esetlegességeket és a természeti törvényeket olyan formában fejezze ki, amelynél a mérés eredménye független a megfigyelő viszonylagos mozgásának hatásától. Ennek a kérdésnek a vizsgálata nemcsak fizikai, de filozófiai szempontból is érdekes. Mint már mondtuk, a relativitáselmélet nem választja szét a teret az időtől, de ugyanakkor meg is különbözteti őket egymástól. Az adott esetben feltételesen beszélhetünk az időkoordinátáról, amely meghatározott módon csatlakozik a három térkoordinátához. Így tehát eljutottunk a négykiterjedésű tér-idő kontinuumhoz (amelyet Minkowski „világ"-nak nevezett el). A relativitáselmélet nézőpontjából a koordinátarendszer a négykiterjedésű világban a közönséges (háromtengelyes) koordinátarendszert jelenti, mely a háromkiterjedésű térben mozog.

Továbbá, a modern geometriában gyakran találkozunk az „invariancia" fogalmával. Ezen a matematikai tárgynak azt a koordinátarendszer megválasztásától független tulajdonságát (a szó legtágabb értelmében) értjük, mely ezt a tárgyat jellemzi (így pl. a közönséges sík kétkiterjedésű geometriájában a távolság hosszának olyan, a koordinátarendszer megválasztásától független jelentősége van, amellyel a távolság jellemezhető, vagyis: itt is invariánssal van dolgunk). Ebben a feltételes értelemben beszélhetünk a négykiterjedésű világ geometriájának invariáns tulajdonságairól. És ekkor a négykiterjedésű geometria által kikutatott invariáns tulajdonságok lesznek egyúttal azok a tulajdonságok, amelyek függetlenek az észlelési rendszer viszonylagos mozgásától. Tehát éppen az invariáns tulajdonságok, invariáns kifejezések stb. játsszák a relativitáselméletben a (fizikai értelemben vett) abszolutum szerepét.

Tehát a relativitáselmélet, a fizikai jelenségeket

kutatva, nem Newton képzelt abszolút teréhez és idejéhez való viszonyukban találja meg az abszolutumot, hanem Minkowski-féle négykiterjedésű világ geometriájának invariáns tulajdonságaiban.

A jelenkori filozófiai irodalomban teljesen eltorzított elképzelésekkel találkozhatunk Minkowski négykiterjedésű világáról. Így pl. Carnap azt állítja, hogy Minkowski négykiterjedésű kontinuuma változhatatlan, mozdulatlan képződmény, melyből hiányzik a természet világát jellemző változás, folyamatosság vonása.[13]

Carnap ezt a Minkowski-féle elmélet előnyének, más szerzők pedig hiányosságának tartják. Bízzuk a szerzők lelkiismeretére ennek értékelését. A magunk részéről csak annyit jegyzünk meg, hogy ezek az értékelések nem a Minkowski-elmélet eredeti tartalmára vonatkoznak, hanem a róla alkotott torz elképzelésekre.

Minkowski elmélete elsősorban *fizikai* elmélet és ebből a szempontból semmiben sem különbözik a klasszikus elmélettől. Akárcsak a klasszikus mechanika, a relativitáselmélet is sajátos, a fizikai elméleteket jellemző módon tükrözi vissza a természetet (és vele együtt az időt). A fizika mint tudomány nem tud meglenni mérés nélkül és ez a különleges tulajdonsága fejeződik ki abban, ahogyan a fizika a természetet megismeri. Az időmérés módszertanát még Galilei állította mozgásnak a saját ellentétében — a nyugalomban — kell megtalálnia, s valóban ott is találja meg a mértékét; vagyis a mozgást saját eredményével mérjük: az időt a lezajlott eseményekkel, az órát az óramutató

---

[13] Carnap, „Physikalische Begriffbildung", 1926, 56. old. Ugyanazt mondja Bergson is a fizikai világról, amit Carnap állít Minkowski „világ"-áról. — Bővebbet erről a fejezet végén.

által megtett úttal stb. Az idő fogalma a klasszikus mechanikában is, a relativitáselméletben is (tehát Minkowskinál is) a fizika tudományának ezeket a sajátságos vonásait viseli magán, amely előtt értetlenül áll Carnap. Megtehetjük pl. d'Alemberet és Lagrange példájára, hogy az időt vesszük negyedik koordinátának és bevezetjük Newton mechanikájának szerkezetébe; Newton mechanikájának tartalma ettől egy szemernyit sem fog megváltozni, holott Carnap szemszögéből nézve meg kell változnia!

Tehát a relativitáselmélet, s vele együtt Minkowski négykiterjedésű világa — a tér és idő *fizikai* megismerése; nem tűnik el bennük a természeti jelenségek változékony, folyamatos jellege, hanem ellenkezően: visszatükröződik, csakhogy sajátszerű formában.

A relativitáselmélet még azért is szoros kapcsolatban áll a filozófiai materializmussal, mert, minden mellékutat mellőzve, teljes tartalmával a fizikai tapasztalat alapjára helyezte a tér megismerésének kérdését. Igaz, már Newton is megírta: „... a geometria a mechanika gyakorlatán alapul és az általános mechanikának azon részét alkotja, amelyben a pontos mérés tudománya van kifejtve és bebizonyítva". De Newton nem dolgozta ki ezt a kérdést. Számára (bár ő erről egy szót sem írt) a mechanikai gyakorlatra, vagyis a tapasztalatra alapozott geometria mindig teljességgel megegyezett Euklidesz geometriájával. Mellesleg: Newton másképpen nem is gondolkodhatott — megakadályozta ebben kora matematikájának és fizikájának fejletlensége.

Mint tudjuk, Newton mechanikája, Euklidesz geometriájával együtt, a mindennapos tapasztalatból sarjadt ki. Ennek a tapasztalatnak milliárdszor kellett megismétlődnie (s valóban meg is ismétlődött), meg kellett rögzítenie az ember tudatában a térre és az időre

vonatkozó legegyszerűbb, alapvető tételeket és fogalmakat (az euklideszi és newtoni tételeket ill. fogalmakat), hogy ezek a tételek és fogalmak végre maguktól értetődőkké válhassanak, s mintegy függetlenüljenek a tapasztalattól. Nem véletlen, hogy Kant éppen a newtoni tér- és időelképzeléseket helyezte a tapasztalástól független lét Olimpuszára, kijelentvén, hogy a tér és az idő az emberi szemlélet a priori (tapasztalástól független) formái.

N. I. Lobacsevszkij, a nagy orosz matematikus volt az első tudós, aki azt állította, hogy a tapasztalat több különféle geometria igazát is bizonyíthatja, nemcsak Euklidesz geometriájáét. „Már előre látjuk — írja Lobacsevszkij —, hogy a mechanikában végbemenő változások, az új geometriai elvek mellett, ugyanolyan neműek lesznek, mint amilyenekről Laplace szólott: mindenhol erőt tételeznek fel, melyet mindig sebességgel mérnek, s más törvények szerint egyesítik őket, mint most."

A relativitáselmélet valósította meg az orosz tudós híres jóslatát. Tudjuk, hogy a speciális relativitáselmélet, mely a tények alapján (a fény terjedése és az óriási, a fény sebességét megközelítő részecskék mozgása, stb. alapján) új fizikai tant dolgozott ki a térről és időről, az euklideszi geometriától némileg eltérő geometriát alkalmazott. Ugyanez a speciális relativitáselmélet más, módosított törvénnyel helyettesítette a klasszikus mechanikának az erők és sebességek összetételéről szóló törvényét.

A relativitáselmélet megdönti tehát a kanti idealizmus előfeltételeit, melyek szerint a tér és az idő az emberi szemlélet a priori formái lennének.

Mellesleg: a neokantiánusok a tények ellenére is azt vélik, hogy a relativitáselmélet állítólag Kant tézisét bizonyítja a tér és idő nem tárgyai az észlelésnek és

tapasztalatnak, hanem a lehetséges tapasztalat feltételei. Natorp például az adott esetben Minkowski szavaira hivatkozik: „A tér és az idő mindig csak együttesen lehet *észlelésünk tárgya.* Senki sem figyelt meg még valamilyen helyet másképpen, mint bizonyos időpillanatban és valamilyen időt másképpen, mint bizonyos helyen".[14]

Natorp véleménye szerint az az érdeme Minkowskinak, hogy sokkal következetesebben fejtette ki az abszolút, tiszta, matematikai és a viszonylagos, empirikus, fizikai tér és idő Newton által megállapított és Kant által szigorúan megfogalmazott megkülönböztetését. Minkowski szerint, állítja Natorp, a magábanvaló tér és idő nem tárgya az észlelésnek és tapasztalatnak, hanem csakis a tér és idő empirikus méréseinek előfeltételei, melyekkel (t. i. a mérésekkel) a fizika foglalkozik s amely tényt Kant is hangsúlyoz.[15]

Natorp vélekedése Minkowskiról: hiábavaló erőlködés. Ismeretes, hogy Minkowski nem a tér és az idő *fogalmait,* vagy *empirikus meghatározásait* vizsgálta, hanem az objektív valóságos teret és időt. De ismeretes az is, hogy Minkowski nem állt meg a tér és az idő valamiféle, hogy úgy mondjuk: amorf kapcsolatának megállapításánál, amelyről érzékelésünk tanúskodik. Minkowski továbbment ennél és, az új fizika tapasztalatát általánosítva, felfedezte a tér és idő egységének tartalmát. Minkowski világtétele lett annak a fizikai elméletnek az alapja, mely sokkal hívebben közelítette meg az anyagi valóságot, mint a klasszikus mechanika.

Mint mondottuk, Kant apriorizmusát gyökerében támadta meg a jelenkori fizika. Idézzük ezzel kapcso-

---

[14] *Natorp:* Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften, 1923, 5. 396.

[15] U. o., 399—404. old.

latban Lenin egyik érdekes kijelentését, amely Mach tér- és időszemléletére vonatkozik. Mach vitatja Kant elméletének helyességét s kitart amellett, hogy a tér fogalma a tapasztalatból származik. „Ha azonban a tapasztalat nem nyujtja nekünk az objektív valóságot (ahogyan ezt Mach tanítja), — írja Lenin — úgy az ilyen Kanttal szembeni ellenvetések egy cseppet sem küszöbölik ki azt, hogy az agnoszticizmus Kantnak is, Machnak is közös álláspontja. Ha a tér fogalmát a tapasztalatból vesszük, *a nélkül, hogy* a rajtunk kívül levő objektív valóság visszatükröződése volna, úgy Mach elmélete idealista elmélet marad".[16] Tehát, mutat rá Lenin, itt a „tapasztalat" szó arra való, hogy részben elleplezze az idealista nézeteket. Egyedül abban az esetben, mikor a tapasztalatokat tekintjük származéknak és természetet, az anyagi világot elsődlegesnek, csupán ebben az esetben van a „tapasztalat" szónak materialista értelme.

Láttuk (bár az előzőek során csupán érintettük ezt a kérdést), hogy a relativitáselmélet a jelenkori matematika fogalmait és elméleteit alkalmazza. Így pl. a speciális relativitáselmélet, amikor a térben és időben lezajló eseményeket tárgyalja, a négykiterjedésű halmaz, vagy a négykiterjedésű tér teljesen meghatározott matematikai fogalmát alkalmazza. Feltételesen tehát azt is mondhatjuk, hogy a speciális relativitáselmélet nem más, mint a négykiterjedésű térnek, vagy Minkowski négykiterjedésű világának geometriája. Természetes, hogy ennek a matematikai gondolatnak semmi köze nincs ahhoz az elképzeléshez, amelyet a spiritiszták a négykiterjedésű térről alkottak. A matematika, mely megtölti elméleteivel az egész fizikát, az adott esetben is, mint mindíg, segítségére van a fizikának, hogy

[16] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 176. old.

általánosíthassa tapasztalati anyagát. Természetesen szó sem lehet róla, hogy a fizikát akár a legkisebb mértékben is alárendeljük a tiszta matematikának.

Amikor a tér matematikai fogalmáról beszélünk, okvetlenül idéznünk kell Leninnek erre a kérdésre vonatkozó megjegyzéseit. Mach védelmébe vette a spiritisztákkal és a teológusokkal szemben azokat a matematikusokat, akik a háromnál több dimenziós, matematikailag elképzelhető terekkel foglalkoznak.

„Nagyon helyes! — írja Lenin — Mach nem óhajt a teológusokkal és spiritisztákkal egy társaságban lenni. Dehát mivel határolja el magát tőlük *ismeretelméletében?* Azzal az állítással, hogy a csak háromkiterjedésű tér *valóságos* tér. Ugyan miféle védekezés ez a teológusokkal és társaikkal szemben, ha ön nem ismeri el a tér és idő objektív valóságát?"[17]

És valóban: Mach különválasztotta a közönséges testeket az atomoktól és molekuláktól s ez utóbbiakat, mint „csupán elgondolt dolgokat", a négy- és többkiterjedésű térben helyezte el, a közönséges, általunk érzékelhető testeket pedig háromkiterjedésű térben. És ezt a háromkiterjedésű teret tekintette egyedül *valóságosnak,* de ugyanakkor tagadta az objektív valóság „valóságosságát".

Tehát valójában úgy áll a dolog, hogy a machizmus mindíg is a spiritisztáknak malmára hajtotta a vizet. Egyedül a filozófiai materializmus teszi lehetővé, hogy helyesen oldjuk meg a tér problémáját is, az idő problémáját is.

Befejezésül vizsgáljuk meg az idő mérhetőségének kérdését. Elvi jelentőségű kérdés ez a fizikában és a természettudományban, olyan kérdés, melyet, főbb ismeretelméleti alaptételeikből kiindulva, másképpen

[17] U. o. 179. old.

válaszolnak meg a materialisták, s ismét másképpen az idealisták.

Az idealizmus időelméletét röviden összefoglalva azt mondhatjuk, hogy az idő feltételezi a kis- és nagybetűvel írt tudat létezését. Félre nem érthetően utal erre Lenin, amikor Feuerbach „Előadások a vallás lényegéről" című könyvéhez írt széljegyzeteiben, Feuerbach idő-elmélkedéseivel kapcsolatban ezt a megjegyzést teszi: „Az időleges dolgokon kívüli idő = isten".[18]

Bergson — a XX. század francia idealizmusának egyik vezéregyénisége — filozófiája fényesen illusztrálja ezt a lenini megjegyzést. Bergson a „Tartam és egyidejűség" című könyvében, melyet a speciális relativitáselmélettel kapcsolatban írt, az általunk *átélt* időt nevezi egyedül valóságos időnek és az időre vonatkozó főbb tételeit a következő szavakban összegezi: „A tartam (ez Bergson szerint a valóságos idő. — *A szerző)* feltételezi... a tudatot; s már csak annálfogva is, hogy a dolgoknak múló időt tulajdonítunk, ezzel tudat-dózist adtunk hozzá lényegükhöz".

Bergson gondolatai nemcsak napjaink reakciós filozófusai előtt népszerűek, de bizonyos hatást gyakorolnak a természetbúvárokra is.

A múló időt nem lehet megmérni, állítja Bergson. Elfogadja ugyan néhány fizikusnak azt a helytelen tételét — a nagyság azonos mértékével — de kategorikusan kijelenti, hogy ez a tétel az időre nem alkalmazható. A fizika által mért idő: fiktív, matematikai, tartam nélküli idő, melyben nem létezhetnek dolgok, nem folyhatnak le események, emberek nem öregedhetnek meg benne — írja Bergson.

Ennek a helytelen tételnek — t. i. hogy az időmérték azonos magával az idővel — bergsoni kritikája

[18] *Lenin:* Filozófiai füzetek, 63. old (oroszul).

hamis, idealista szempontokon alapuló kritika. „Mindenféle mérték — írja Bergson — ha csak nem százszázalékig feltételes, osztható és összemérhető. De, mint tudjuk, nem lehet egymásután következő időtartamokat egymásrarakni, hogy meggyőződhessünk, egyenlőek-e vagy sem; elméletünk értelmében eltűnik az egyik időtartam, nem létezik, amikor a másik megjelenik; a megállapítható egyenlőség fogalma itt teljesen jelentését veszti."

Bergsonnak az idő mérésére vonatkozó gondolatai alapjában tévesek. *Elvileg* az időmérés nem különbözik semmiféle fizikai nagyságok mérésétől. Ahogyan például a hoszúság mérése nem más, mint hosszúsággal rendelkező dolgok mérése, éppen így az időmérés is folyamatok, jelenségek, események, stb. idejének mérése, s ebből a tényből kell aztán a megfelelő következtetéseket levonni.

Tudjuk, hogy vannak olyan jelenségek, melyek mindig ugyanazzal a sebességgel mennek végbe (a fény terjedése légüres térben, a Föld forgása tengelye körül stb.); ezekből lesznek az időmértékek. Ha meg tudjuk állapítani két; vagy több esemény egyidejűségét, akkor az időmérték egységével, ahogyan azt az alábbiak során megmagyarázzuk, megmérhetjük minden folyamat idejét,; tehát az idő mérése feltételezi az objektív idő létezését, amelyben a dolgok megváltoznak, az események egymásután következnek stb.

Tényleg így is van ez. Minden, időben lefolyó jelenség, tehát az idő mértékegysége is, eredményét tekintve, bizonyos nyugalmi események (melyeket éppen ezért észlelhet a megfigyelő) folytonos összessége. Ebből a szempontból például az óramutató mozgása nem más, mint a mutató csúcsa és a számlap bizonyos pontjai egybeesésének összessége. Ha az órát vesszük időmérőnek, akkor ez azt jelenti, hogy mi azt az idő-

közt tekintjük az idő mértékegységének, amely az óramutató csúcsának és a számlap egy-két meghatározott pontjának egybeesése között telik el. Bizonyos jelenségek időtartamát úgy mérjük meg, hogy megállapítjuk a megmérendő jelenség kezdeti eseményének és az időmérték kezdeti eseményének egyidejűségét, majd pedig a jelenség végeseményének és az időmérték bizonyos mozzanatának egyidejűségét. Az időmérték e két mozzanata között eltelt időszak (melyet az óramutató által megtett út fejez ki) adja ki a jelenség keresett időtartamát.

Könnyen megállapíthatjuk, hogy az időmérés elvi lehetőségének alapja az a tény, hogy a mozgást a mozgás eredményével mérjük, s hogy az állandó sebességű mozgás testesíti meg, ábrázolja, fejezi ki az időt. És ez, a dialektikus materialisták előtt világosan álló tény.

Most, hogy fejezetünk végére értünk, megjegyezzük, hogy a relativitáselmélet, akárcsak az összes többi helyes tudományos elmélet, nem „végső igazság". Ugyanezt kell mondanunk azokról a, térre és időre vonatkozó, nézetekről is, melyeket a relativitáselmélet fejtett ki. A relativitáselmélet úgy tekinti a teret és az időt, mint valami folytonos jelenséget, mint egy idő, és térbeli tiszta kontinuumot; vagyis azt látjuk, hogy a folytonosság és a hézagosság értelmezése tekintetében a relativitáselmélet semmiben sem különbözik a klasszikus fizikától, mely szintén csupán „folytonosságnak", kontinuumnak tekintette a teret és az időt: a teret három kiterjedésű tiszta kontinuumnak, az időt egykiterjedésű tiszta kontinuumnak. A relativitáselmélet (akárcsak a klasszikus fizika) tehát egyoldalúan korlátoltan tárgyalja a tér és az idő problematikáját. Lenin ezt írta a „Filozófiai füzetek"-ben: „Az idő és a tér lényege a mozgás. Két főfogalom fejezi ki ezt a lényeget: a (végtelen) kontinuitás és a „pontszerűség"

(= a folytonosság tagadása, *diszkontinuitás).* A mozgás a kontinuitás és diszkontinuitás (az idő és tér kontinuitásának és diszkontinuitásának) egysége.[19]

És itt nyit meg új távlatokat a kvantummechanika a fizikának. Sajnos, jelen tanulmányunk keretében evvel a tárggyal többet nem foglalkozhatunk.

[19] *Lenin:* Filozófiai füzetek, 267. old. (oroszul).

Ötödik fejezet

AZ OKSÁG ÉS A KÖLCSÖNHATÁS PROBLÉMÁJA A JELENKORI FIZIKÁBAN

Az új fizika nemcsak a klasszikus fizika tér- és időfogalmának revízióját hozta magával, de megkövetelte a klasszikus fizikában kialakult okság-fogalom revízióját is. Ez utóbbi feladatot a kvantummechanika fogalmazta meg és oldotta meg, a határozatlansági elmélet segítségével.

Hogyan oldja meg ezt a feladatot a jelenkori fizika, milyen filozófiai következtetések kapcsolódnak ehhez a megoldáshoz? Számunkra igen érdekesek ezek a kérdések, s ezeket vizsgáljuk meg közelebbről ebben a fejezetben.

Kezdjük Heisenberg határozatlansági elvével, amely sok tudós véleménye szerint a modern kvantummechanika alapja.

Tűzzük ki magunk elé azt a feladatot, hogy a lehető legnagyobb pontossággal határozzuk meg egy bizonyos pillanatban egy makroszkópikus (szemmelláthatő) test helyzetét és sebességét, mint pl. a szilárd gömbét. Ehhez, bár nem feltétlenül, látni kell gömböt[1]; ahhoz pedig, hogy megláthassuk, az szükséges,

[1] Úgy is meghatározhatjuk a gömb helyzetét és sebességét, hogy bizonyos, a megfigyelővel anyagi kapcsolatban álló tárgy-

hogy a gömb fényt sugározzon ki, vagy verjen vissza.[2] Nem térünk ki részletesebben a gömb helyzetének és sebességének technikai meghatározási módjaira, de felhívjuk olvasóink figyelmét a következő elvi jelentőségű tényre, mely igen fontos szerepet játszik majd további fejtegetéseink során: a megfigyelés (mérés) folyamata nem gyakorol lényegesebb hatást a mozgó gömb állapotára, s ha mégis előfordul ilyen hatás, akkor, megfelelő helyesbítésekkel, kiküszöbölhető.

Most tűzzük ki magunk elé azt a feladatot, hogy egy mikroszkopikus test, mondjuk az elektron helyzetét és sebességét határozzuk meg a lehető legnagyobb pontossággal, egy bizonyos pillanatban. Mikroszkóppal és közönséges fényben nem „láthatjuk meg" az elektront, kitűzött feladatunkat sem tudjuk tehát megoldani. De tegyük fel, feltalálunk valamilyen különleges készüléket (a Heisenberg-féle mikroszkópot), amely gammasugarak (igen nagy rezgésszámú hullámok) segítségével lehetővé teszi, hogy nagy pontossággal határozzuk meg az elektron helyzetét. De az elektront, amikor helyzetét meghatározzuk, a Compton-hatás következtében annál erősebb lökés éri, mennél kisebb lesz a gamma-sugarak hullámhossza, vagyis mennél pontosabban akarjuk az elektron helyzetét meghatározni. Tehát ha bizonyos pillanatban igen pontosan határozzuk meg az elektron helyzetét, akkor ugyanebben a pillanatban csak igen

---

gyal való ütközésnek tesszük ki, például kezünket tartjuk a mozgó gömb elé. Ebben az esetben másképpen kell fogalmaznunk további megfontolásainkat is. Ez azonban nyilvánvalóan semmit sem változtat a lényegen.

[2] A fentiek megértésénél feltétlenül szem előtt kell tartanunk azt a tényt, hogy az általunk választott példában a fény *visszaverése* vagy *kisugárzása* a megfigyelés szükséges feltétele közé tartozik

pontatlanul tudjuk meghatározni (a lökés folytán) az elektron sebességét. Ezeket a minőségi megfontolásokat mennyiségi számításokkal is alátámaszthatjuk.

A fentebb leírt „képzeletbeli kísérlet" segítségével magyarázhatjuk meg Heisenberg határozatlansági elvét. Ez az elv, legegyszerűbb megfogalmazásában, a következőket mondja ki: nem lehet egy és ugyanazon pillanatban ugyanolyan pontossággal meghatározni a mikroszkópikus tárgy helyzetét és sebességét; ha például teljesen pontosan ismerjük a mikroszkópikus részecskék helyzetét, akkor sebességük ugyanebben a pillanatban teljesen meghatározatlan és viszont. (Ennek a tételnek megfelelő képletet nevezik Heisenberg-féle határozatlansági relációnak.) Ugyanilyen összefüggésekkel találkozhatunk néhány más nagyság mérésénél is.

Már mostan, mielőtt a határozatlansági elv lényegébe hatolnánk, láthatjuk, hogy ez az elv mindenképpen kétessé teszi az okságnak azt az értelmezését, amely a klasszikus mechanikában járja. Valóban: a klasszikus mechanika okságfogalmát Laplace következő szavaival jellemezhetjük: „Az az elme, amely egy bizonyos adott pillanatban ismerné a természetet megelevenítő összes erőt és valamennyi alkotórészeinek (t. i. a természet alkotórészeinek) viszonylagos helyzetét, s ha még mindezen felül meg is lenne az a képessége, hogy mindezeket az adatokat elemezze és egy képletben foglalná össze a világegyetem legnagyobb testeinek mozgását a legeslegkönnyebb atomok mozgásával: akkor az ilyen elme előtt semmi sem maradna rejtve és a jövő is, a mult is feltárulna szeme előtt". Mint látjuk, a klasszikus mechanika okság-fogalma azon alapul, hogy meg lehet egyidejűleg határozni a testek helyzetét és sebességét (ez

derül ki Laplace fogalmazásából); ugyanakkor Heisenberg határozatlansági elve, mint ismeretes, tagadja ezt a lehetőséget. Amiből az következik, hogy mindenképpen revizió alá kell vennünk az okság eddigi értelmezését. De hogyan teljesíthetjük ezt a feladatot?

Mindenekelőtt jegyezzük meg, hogy egyes fizikusok azt a filozófiai következtetést vonták le a határozatlansági elvből, mintha a jelenkori fizika elsöpörte volna az okozatiságot.

Így például Haas úgy véli, hogy a kvantummechanika nézőpontjából az „okság" nem érvényes az elemi fizikai folyamatoknál; Bohr az atom-méretű jelenségeknél az okság elvét a „tér- és időmeghatározással" akarja helyettesíteni; Mises az okságot a tudomány őskorának fogalmai közé sorolja. Heisenberg ezt írja mindevvel kapcsolatban: „Minthogy manapság a kvantumelmélet specifikus jellege szoros összefüggésben van mindannak a pontosságával, ami észlelhető, így az az elképzelés alakulhat ki bennünk, hogy az észlelhető statisztikus világ mögött valamiféle ‚okságos' világ rejtőzik, amelyben igaz az okság elve. Azonban mi úgy véljük, s erre különösen felhívjuk a figyelmet, hogy az ilyen spekuláció fölöttébb terméketlen és értelmetlen".[3]

Egyetérthetünk-e a határozatlansági elvből levont ilyesféle következtetésekkel? Milyen filozófiai hipotézisek és következtetések játszanak szerepet ennél az elvnél? Az alábbiakban ezekkel fogunk foglalkozni.

Térjünk vissza Heisenberg határozatlansági elvéhez. A Heisenberg-féle képletben szereplő pontatlanságok elvileg különböznek azoktól a pontatlanságok-

[3] Zeitschrift für Physik, 43, H. 3—4, 1927, S. 117.

tól, amelyekkel általában a klasszikus fizikának van dolga a méréseknél. A klasszikus fizikában az az elv uralkodik, hogy a megmérendő testet jellemző nagyságok mérésének pontossága (akár együttesen mérjük meg ezeket a nagyságokat, akár külön-külön) végső fokon csakis a kísérletezés technikájától függ. Ezzel szemben a kvantummechanika azt állítja, hogy bizonyos nagyságok együttes mérése pontosságának elvi határa van, amelyet magának a fizikai mérésnek a lényege határoz meg. Ez az elvi pontatlanság csupán a mikroszkópikus nagyságú tárgyak mérésénél lép fel; a mikroszkópikus tárgyak mérésénél ez az elvi pontatlanság, mely ebben az esetben rendkívül csekély, belejátszik a szokásos kísérleti pontatlanságokba.

Az a gondolat, hogy az elvi pontatlanság oka magában a fizikai mérés lényegében rejlik, Bohrtól származik. Bohr a pontatlanságok viszonyának fizikai tartalmával kapcsolatos kérdést kidolgozva rámutat arra, hogy „a kvantumjelenségek területén nem tudunk pontosan számot adni a tárgynak a mérőkészülékre kifejtett visszahatásáról, vagyis nem tudunk számot adni a mozgásmenyiségnek a helyzet megmérésénél előálló átviteléről". Éppen ezért van az, hangsúlyozza Bohr, hogy a mérésnek a kvantummechanika által adott értelmezését a mozgásmennyiség és a hely külön-külön mérése jellemzi; a kvantummechanika szerint ezek a mérések kölcsönösen kiegészítik egymást, vagyis minél pontosabban mérünk meg egy nagyságot, annál pontatlanabb eredményt kapunk, ha a másikat mérjük meg.

A fentiek alapján a következőképpen fogalmazhatnánk meg Bohr kiegészítési elvét: csupán olyan mérési körülmény létezik, amely mellett a megmérendő testnek vagy a sebességét, vagy a helyzetét

mérhetjük meg végtelen nagy pontossággal. De nem létezik olyan mérési körülmény, amely mellett egyidőben mérhetjük meg ugyanakkora pontossággal a tárgy sebességét is és helyzetét is.

Vizsgáljuk meg közelebbről ezeket a gondolatokat.

Látjuk, hogy Heisenberg is, Bohr is azt hangsúlyozza: nem lehet kiküszöbölni az atom-méretek területén a mérés hatását a megmérendő tárgyra (a fenti példában a mozgó elektron volt a megmérendő tárgy). Ez az első pillanatra furcsa gondolat rögtön érthetővé válik, ha sikerül megmagyaráznunk a következő igen egyszerű tényt. Tegyük fel, hogy sikerült ugyanabban a pillanatban meghatároznunk az elektron sebességét is, helyzetét is. Ebből azt a következtetést vonhatnánk le, hogy bebizonyítottuk, hogy az elektron állítólag hajszálra ugyanúgy viselkedik, mintha mikroszkópikus test lenne, vagyis minden körülmények között bizonyos pálya mentén mozog. De hogy egyeztessük össze ezt a következtetést az elektron hullám-tulajdonságaival, melyeket a tapasztalat is bizonyít, például az elektron-diffrakcióval? Nem lehet hát az elektront a klasszikus elemi részecskéhez hasonlítani, amelynek a mozgási állapotát a helyzete és sebessége határozza meg.

Így tehát arra a következtetésre jutunk, hogy Heisenberg határozatlansági elve, akárcsak Bohr kiegészítési elve nem más, mint a mikroszkópikus testek kettős természetével (korpuszkuláris és hullámtermészetével) kapcsolatos tényeknek bizonyos általánosított kifejezése. Ismeretes, hogy a speciális relativitáselméletben az észlelési test viszonylagos mozgásának a térre és időre gyakorolt lényeges hatása a tér és az idő közti belső kapcsolatból ered. Ugyanígy a kvantummechanikában a mérőeszközöknek a

mikrotárgyakra gyakorolt hatása a mikrotárgyak korpuszkuláris és hullám-tulajdonságainak belső kapcsolatából származik.

Ilymódon Bohr kiegészítési elvének semmi, de semmi köze sincs ahhoz az agnosztikus követeléshez, mely gátat akar szabni az atomméretű testek mozgási állapotának meghatározása számára. Bohr elve csupán felveti és a maga módján végre is hajtja az atomméretekben lejátszódó jelenségek sajátos jellegének a klasszikus mechanika által tanulmányozott mikroszkópikus világ jelenségeihez való viszonyitását.

Az idealisták általában valami egészen torz értelmet tulajdonítanak Bohr kiegészítési elméletének; mellesleg meg kell jegyeznünk, hogy ebben némileg maga a szerző is ludas. Bohr t. i. ezt írta: „A kvantummechanika tételeinek értelmében... az atomjelenségek mindenféle megfigyelése együttjár ezen jelenségeknek és a megfigyelési eszközöknek olyan kölcsönhatásával, amelyet nem hagyhatunk figyelmen kívül és *éppen ezért sem a jelenségek, sem pedig a megfigyelések eszközének nem lehet a szokásos értelemben vett önálló fizikai realitást tulajdonítanunk*".

Bohr a különben teljesen helyes tételből egy nagyon is kétértelmű következtetést vont le (ezért húztuk alá), amelyen kapva-kaptak az idealisták.

Így például Jordan német fizikus Bohrra hivatkozva azt állítja, hogy „csupán magában a megfigyelés folyamatában kap a megmérendő nagyság meghatározott jelentőséget"; sőt még ennél is tovább megy és az utóbbi állításból arra következtet, mintha a kvantummechanika, a mérési folyamat vizsgálatánál, eltörölne minden különbséget a megfigyelés tár-

gya és alanya között.[4] Könnyen észrevehetjük, hogy ez az állítás egyszerűen az emberi „Én" és a „közeg" elvi koordináltságát, az alany és a tárgy elválaszthatatlanságát hangoztató ismert avenariusi elméletnek a „fizika" nyelvére való lefordítása, annak az elméletnek, melyről Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban rántotta le a leplet.

De valójában Bohr kiegészítési elve csupán azt jelenti, hogy a mikroszkópikus test mozgása másféle fizikai jellemzést igényel, mint a makroszkópikus test mozgása. Az, hogy az atomméretekben lezajló folyamatok jellemzésénél nem hagyhatjuk figyelmen kívül a műszer hatását, még egyáltalán nem jelenti azt, hogy a műszer és a tanulmányozott atomjelenség egymástól elválaszthatatlanok, hanem csupán azt, hogy a megfigyelő és a megmérendő nagyság elválaszthatatlan kapcsolatban állanak egymással. Hogy még érthetőbbé tegyük, miről is van itt tulajdonképpen szó, azt kell megvizsgálnunk, milyen szerepe van a műszernek az atomméretekben lezajló jelenségek mérésénél.

Legelőször is azt kell megjegyeznünk, hogy minden műszer — makroszkópikus test. Természetes, hogy bizonyos mikroszkópikus testek kutatásánál más mikroszkópikus testeket is felhasználhatunk, de végső fokon a mikroszkópikus méretű tárgyak mérésénél e feladat előtt állunk: bizonyos, a makroszkópikus műszerrel észlelhető adatokból (másszóval: a klasszikus fizika fogalmainak segítségével) meg kell határoznunk az atomi méretű tárgyra jellemző nagyságokat.

Vajjon korlátozza-e ez a körülmény a fizikai jelenségek megismerésének lehetőségét? Nem, egyálta-

[4] *Jordan:* Anschauliche Quantentheorie, 1936

lán nem korlátozza, ahogy ezt Laue igen szépen mondja: „A mérőeszközöknek a kutatás tárgyát képező jelenségre gyakorolt visszahatásáról és ezen visszahatásnak az atomok állapotának kutatásában való jelentőségéről szóló kérdés megfogalmazását én Bohr és Heisenberg nagy érdeméneк tartom. De mindezek ellenére nem hiszem, hogy az idézett elképzelés egyáltalán valami áthághatatlan akadályt állítana a megismerés elé. Hiszen ennek a következtetésnek a mélyén hallgatólag az a feltevés húzódik meg, hogy az új mérési lehetőségek felfedezéséhez új kísérleti segédanyagok *kellenek*. Csak ennek a beleértésével juthat valaki tovább megfontolásaiban és jelentheti ki: minthogy mi most elérkeztünk a legfinomabb segédanyagokhoz, magukhoz az atomokhoz, ezentúl már egy lapodtat se mehetünk tovább." — De helyes-e ez a feltevés? Laue úgy véli, hogy nem. Több példát hoz fel a fizika történetéből (pl. az elektromágneses hullámok felfedezését) és arra a megállapításra jut, hogy a tudomány vívmányai egyáltalán nem az új kísérleti eszközöknek, hanem a kísérletező tudósok lángeszű logikájának köszönhetők.

Ennek a Laue által említett lehetőségnek kapcsán érdekes idéznünk Lenin egy megjegyzését, mely az érzékszerveknek a megismerés folyamatában játszott szerepére vonatkozik. „Ha az embernek több érzékszerve volna, vajjon több dolgot fedezne-e fel a világban? — kérdi Lenin, s mindjárt meg is felel rá: Nem!"[5] Általában bármely fizikai jelenség felfedezésére és vizsgálatára, bármely fizikai nagyság megismerésére és mérésére teljesen elegendőek azok a kísérleti eszközök, amelyek közönséges makroszkópikus

[5] *Lenin*: Filozófiai füzetek, 64. old. (oroszul).

testekből állanak és a makroszkópikus folyamatok irányító törvényekkel összhangban működnek.

Fogalmazzuk tehát meg még egyszer feladatunkat: bizonyos, a makroszkópikus műszerekkel érzékelhető adatokból (másszóval: a klasszikus fizika fogalmainak segítségével) meg kell határoznunk az atomrendszert jellemző nagyságokat. Hogyan oldja meg ezt a feladatot a kvantummechanika?

A modern kvantummechanika erre fölöttébb sajátos megoldást ad. Egyfelől azt teszi, hogy bizonyos matematikai szkéma fogalmát alkalmazza az atomfolyamatok jellemzésére, mely szkéma a maga módján tükrözi vissza az atomfolyamatokat és a mérőműszerrel való kölcsönhatásukat. (Így pl. a hullámfüggvény fogalma az atomi tárgy mozgási állapotát jellemzi, azt az állapotot, melyet nem a tárgy helyzete és sebessége alapján határoztunk meg — minthogy ezeket, a határozatlansági elv értelmében, egyidejűleg nem lehet megmérni — hanem más, egyidejűleg megmérhető nagyságok alapján.) Másfelől Bohr és Heisenberg valóban azt vélik, hogy egyedül a klasszikus fizika fogalmai segítségével adhatunk *fizikai* magyarázatot az atom-folyamatokra. Itt merül fel azután a klasszikus probléma: az atom-folyamatok magyarázásánál úgy kell alkalmaznunk a klasszikus fizika fogalmait, hogy ez az alkalmazás összhangban legyen a kvantummechanika matematikai szkémájával. Ezt a problémát a már ismert határozatlansági elv és a kiegészítési elv oldja meg, vagyis ezt a tételt állíthatjuk fel: a mérőműszerek által okozott zavar *elvileg* lehetetlenné teszi, hogy azonos pontossággal mérjünk meg bizonyos nagyságpárokat, például a sebességet és a mozgást.

Így tehát a modern kvantummechanika a maga matematikai szkémájának fizikai magyarázatára, vagy

ami ugyanazt jelenti: az atom-folyamatok fizikai magyarázatára csupán a klasszikus fizika fogalmait használja fel, mégpedig meglehetősen hiányosan alkalmazza e régi fogalmak szkémáját; a klasszikus fizika fogalmai együttes felhasználásának lehetőségeit a Heisenberg-féle elv állapítja meg.

Ez tehát a műszerek szerepe az atomnyi méretű jelenségeket jellemző nagyságok mérésénél.

Az imént tárgyalt kérdésekhez kapcsolódnak szorosan az atomvilág terének, idejének és okságának megismerésével kapcsolatos kérdések. Vegyük tehát röviden sorra a kvantummechanika idevágó elméleteit.

Minden kétséget kizáróan helyes a kvantummechanikának az a gondolata, hogy a klasszikus fizika fogalmait nem lehet automatikusan, mielőtt a tapasztalat nem igazolta volna őket, az atomban lejátszódó folyamatokra alkalmazni. De amikor a fizikusok ezt a gondolatot keresztülvitték, közben-közben számos filozófiai hibát ejtettek. Ezeknek a hibáknak a forrása abban rejlik, hogy sokszor összetévesztették a fizika által megfogalmazott tér-, idő- és okságfogalom kérdését a valóságosan létező tér, idő és okság kérdésével. Nézzük meg először problémánknak ezt az oldalát.

Heisenberg ezt írja: „A klasszikus fizikában az objektív, térben és időben lezajló jelenségek meghatározása és azoknak a törvényeknek a vizsgálata volt a kutatás célja, amelyek a kezdeti adatok alapján határozták meg a folyamatok lezajlását." — Vagyis Heisenberg véleménye szerint a térben és időben lezajló folyamatok fizikai leírását, az okság törvényével összhangban, kizárólag a klasszikus fizika fogalmainak formájában tudjuk elvégezni. Nem véletlen tehát, hogy Heisenberg és Bohr azt állítják, hogy az

atomok világában tilos a tér és idő, valamint az okság fogalmának egyuttes alkalmazása: vagy térben és időben létezik a kvantum, és akkor nem érvényes rá az okság törvénye, vagy pedig az okság torvényét követi a kvantum, de akkor téren és időn kívül létezik, mondja a kvantummechanika két megalapítója.

A jelenkori természettudósok e legnagyobbjainak efféle hibáiba kapaszkodik bele a jelenkori idealizmus. Így a már említett Jordan német fizikus úgy véli, hogy az a tény, hogy nem lehet a klasszikus fizika fogalmainak szkémáját a maga egészében az atommal kapcsolatos jelenségekre alkalmazni, arra készteti a fizikusokat, hogy ne a speciális fizikai elméleteket vegyék revizió alá, hanem az osszes klasszszikus elmélet alaptételeit, amilyenek például, mondja Jordan, a folytonosság (kontinuitás), okság, tér és idő, az objektív valóság. Es Jordan a szubjektív idealizmus nézőpontjából hajtja végre ezt a reviziót.

Jordan nézetei élénk visszhangra találtak a „Nature" című angol folyóirat hasábjain. A „Nature" 1944. évi évfolyamában kedvező vélemény jelent meg Jordan „A XX. század fizikája" című könyvének angol nyelvú fordításáról. A bíráló többek között ezt írja: „Kétségtelen, hogy a dialektikus materializmus felvirágzását a fizika „mechanikus" iskolája tette lehetővé, mely iskola azt képzelte (méghozzá teljesen hibásan, ahogy az napjainkban bebizonyosodott — *A szerző),* hogy ha egy erre alkalmas matematikus ismeri a világegyetem valamennyi atomjának összes koordinátáját és sebességét, akkor, ki tudja számítani az egész eddigi és ezutáni történelmet." A bíráló (nevét nem írta alá) végre is arra a megállapításra jut, hogy a kvantummechanika megdöntötte a dialektikus materializmust (!?).

De mit jelent hát a valóságban, hogy a kvantum-

mechanika revizió alá veszi a klasszikus mechanikában alkalmazott okság-fogalmat? Megdől-e itt, mint olyan, az okság elve? Ezekre a kérdésekre Lenin filozófiai munkáiban, legelsősorban a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban találunk kimerítő választ.

Mint már mondottuk, sok természetbúvárnak az oksággal kapcsolatos elmélkedéseiben egy közös vonás lelhető fel: az, hogy összetévesztik az okság objektív létezésének kérdését az okság elve megfogalmazásának kérdésével. Már Laplacenak fentebb idézett megjegyzésében is észrevehetjük ezt a keveredést. De Laplace elismerte az emberi és emberfölötti értelemtől függetlenül létező okbejtív oksági kapcsolatokat; ezzel szemben néhány jelenkori fizikus azt hangoztatja munkáiban, hogy az okság objektív létezésének kérdése és az okság fizikai értelmezésének kérdése — egy és ugyanaz.

Ugyanakkor pedig teljesen világos, hogy amiképpen a természet sem azonos az őt leíró fogalmakkal, úgy az objektív okság sem azonos a róla alkotott fogalmakkal. Az emberi értelem, megismerés „feltételesen, megközelítően *fogja fel* az örökké mozgó és fejlődő természet egyetemes törvényszerűségét".[6] A megismerés folyamatában az emberi értelem sokoldalúbb és az emberi megismerés egyre pontosabb lesz, kifinomul, egyre hívebben és hívebben tükrözi vissza az anyagi valóságot — de ezek a fogalmak nem képesek teljesen felölelni az egész természetet, hanem csupán végtelenül közeledhetnek felé.

A jelenlegi fizika számára igen fontos a következő lenini gondolat:

„A filozófiai irányokat elválasztó tényleg fontos ismeretelméleti kérdés nem az, hogy a pontosság

[6] *Lenin:* Filozófiai füzetek, 176. old. (oroszul).

minő fokát értük el az okozati összefüggések leírásában, s hogy e leírások kifejezhetők-e pontos matematikai képlettel, hanem az, hogy ez összefüggések megismerésének forrása a természet objektív törvényszerűsége-e, avagy elménk sajátossága, elménknek veleszületett képessége, hogy bizonyos apriorisztikus igazságokat megismerjen stb."[7]

Tehát az, hogy az okság egyik fizikai fogalmát felváltja a másik, még egyáltalán nem jelenti azt, hogy a legkisebb kétségünk is támadhat az embertől független objektív okság létezése felől. Ez a váltás az adott esetben csupán arról tanuskodik, hogy az oksági kapcsolatok értelmezése ettől kezdve mélyebben, finomabban, hívebben tükrözi vissza ezt az oksági kapcsolatot.

A kvantummechanika semmi okot nem szolgáltat arra, hogy filozófiai következtetéseket tegyünk az állítólagosan fennálló elvi indeterminizmussal kapcsolatban, mint ahogy ezt az idealisták teszik. A kvantummechanika hozzásegít bennünket ahhoz, hogy tágabb és hívebb fogalmat nyerjünk a klaszszikus mechanikához képest, az objektív oksági kapcsolatokról.

Ha a kvantummechanika jelenlegi állapotából indulunk ki, akkor az okságról fentebb elmondottakat a következőkben foglalhatjuk össze: a régi mechanika determinizmusa (oksága) azon a lehetőségen nyugodott, hogy egyidejűen meg lehet határozni a részecskék helyzetét és kezdeti sebességét. Heisenberg határozatlanság elve, mely szerint az ilyen meghatározás nem lehetséges, azt a követelményt állította fel, hogy revizió alá kell venni a régi mechanika determinizmus-fogalmát, mint olyan egyetemes jelen-

[7] *Lenin*, Materializmus és empiriokriticizmus, 155 old.

tőségü tételt, amely a természet valamennyi mechanikus jelenségére érvényes.

De a kvantummechanika nem érte be az ügynek csak ezzel a, hogy úgy mondjuk, negatív oldalával, hanem új fizikai meghatározást adott az okság elvére, mely immár az atom-jelenségekre is alkalmazható. Ezt a meghatározást a következő szavakban fejthetjük ki: ha ismerjük a meghatározott erők hatása alatt álló (mint ismeretes, az atom-objektum állapotát a hullámfüggvény jellemzi) atom-objektum kezdeti állapotát, akkor bármely időpillanatban egyértelműen meg tudjuk határozni ennek az objektumnak az állapotát, egy teljesen meghatározott törvény értelmében (amely törvényt az úgynevezett hullámegyenlet fejez ki).

Igaz, amint ez a kvantummechanika alapelveiből következik is, nem minden nagyságnak tudjuk jóelőre meghatározni tökéletesen pontosan a jelentését, még ha ismerjük is pontosan az objektum hullámegyenletét; az adott esetben csupán ezeknek a jelenségeknek a valószínűségét lehet pontosan előre meghatározni. De ez a tény újból csak az okság elvének a fizikában kialakult azt az új tartalmát emeli ki, melyet a kvantummechanika dolgozott ki.

A fejezet végén még jegyezzük meg, hogy a dialektikus materializmus tételét — t. i. hogy az okságról alkotott emberi elképzelések változékonysága a legkisebb mértékben sem cáfolja ennek az okságnak valóságát — az utóbbi időkben igen sok fizikus tette magáévá.

Langevin francia fizikus például azt a nézetet vallja, hogy a kvantummechanikában az okság problémájával kapcsolatos nehézségek onnan származnak, hogy a fizikusok olyan fogalmakat visznek át a klasszikus mechanikából és az elektromágnesség tan-

ból az atom-jelenségek területére, amelyek eredményesen alkalmazhatók ugyan a makroszkópikus testek világában, de teljesen alkalmatlanok a mikroszkópikus folyamatok megismerésénél. Langevin nem ért egyet azzal a megalkuvó következtetéssel, amelyet Heisenberg a határozatlansági elvből levont. „Ha a természet nem ad pontos választ a klasszikus fizika részecskéjéhez hasonlított elektronnal kapcsolatban felvetett kérdésünkre, akkor kissé túlzott lenne ebből arra következtetnünk, hogy *a természetben nincs determinizmus.* Sokkal helyesebb lenne, ha ezt mondanánk: *rosszul tettük fel a kérdést, nem lehet az elektront a klasszikus mechanika részecskéjéhez hasonlítani.*" Tehát Langevin tiltakozik az ellen, hogy az egyszerű mechanikai mozgásnak, Laplace mechanikus determinizmusának fogalmát az atomok és elektronok világára alkalmazzuk.

Az eddig elmondottakat összegezve feltétlenül meg kell említenünk, hogy a jelenkori fizika fejlődése fényesen igazolta Lenin gondolatát: „A kauzalitás, ahogyan általában értelmezzük, csupán az egyetemes összefüggés egy kicsiny részecskéje, de... de nem a szubjektív, hanem az objektív reális összefüggés részecskéje."[8]

[8] *Lenin:* Filozófiai füzetek, 156. old. (oroszul).

Hatodik fejezet

MATERIALIZMUS ÉS IDEALIZMUS A JELENKORI FIZIKÁBAN.

Az eddigiek során, különösen a III—V. fejezetekben a XX. századi fizika felfedezéseinek és elméleteinek objektív tartalmával foglalkoztunk. Kimutattuk, hogy az új fizikában megerősödtek a dialektikus materializmus állásai. Az új fizika igazolta a marxista filozófiának azokat az ismert tételeit, hogy nincsenek állandó egyszersmindenkorra megadott természeti tárgyak és jelenségek, hogy a természet végtelen és kimeríthetetlen a maga egészében és minden megnyilvánulásában, hogy az ember egyre mélyebben, hívebben ismeri meg az örökké mozgó és fejlődő anyagot, hogy az új tényeknek megfelelően, a fizika tételei megváltoznak, pontosabbak lesznek, új tételek váltják fel őket és állandóan gazdagabbá válnak az új felfedezések tapasztalataival.

Ugyanakkor a XX. század fizikája új anyagot is ad, amelyet kizárólag a dialektikus materializmus nézőpontjából lehet csak általánosítani. Az elektronelmélet, a relativitáselmélet, a kvantumelmélet a dialektikus materializmus fényében nyertek csak helyes megvilágítást s ezek az elméletek, ami igazi tartalmukat

illeti, igazolták az anyag és a mozgás, a tér és az idő, az okság és a törvényszerűség marxista filozófiai tanát.

De milyen filozófiai következtetéseket vontak le maguk a fizikusok saját tudományuk fejlődéséből? Milyen viszony van a fizikusok és a főbb filozófiai irányok között? Ezekkel és a hozzájuk kapcsolódó kérdésekkel foglalkozunk majd tanulmányunk utolsó, eddigi megállapításainkat összegező fejezetében.

Tehát milyen filozófiai következtetéseket vontak le a tudósok a XX. század fizikájának felfedezéseiből és elméleteiből?

Immár közismertté vált a tétel, hogy több fizikus, abban a korban is, amikor Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" című könyvet megírta, és a rákövetkező években is, idealista szemszögből magyarázta az új fizikát. A klasszikus fizika fogalmainak és elméleteinek összeomlását egybekapcsolta az idealista filozófia újjászületésével.

Az idealista filozófia újjászületését a XIX. századvégi idealista filozófusok, elsősorban Mach indította meg. Az empiriokriticizmus „atyja" saját kijelentése szerint, „megszabadította" a tapasztalatot minden „metafizikától", és, a bécsi filozófus hívei szerint, egy „mélyen eredeti" elméletet alkotott meg. Ez az elmélet azt állítja, hogy nem létezik anyagi test az emberi tapasztalat határain kívül, hanem minden dolog érzetkomplexum. „Nem a dolgok (testek), hanem színek, hangok, nyomások, terek, idők (amit közönségesen érzeteknek nevezünk) alkotják a világ tulajdonképpeni *elemeit*."[1]

Mach élesen bírálta nézeteiben a mechanikus fizikát. A mult század hetvenes-nyolcvanas éveiben, amikor Mach első művei megjelentek, a fizikusok több

[1] *Lenin idézete szerint lásd:* Materializmus és empiriokriticizmus 28. old.

mint tartózkodóan fogadták az empiriokriticizmus filozófiáját. Később, a fizikában, az elektron és a rádióaktivitás felfedezése kapcsán, forradalom tört ki, Mach filozófiája megnyerte néhány filozófus tetszését, különösen Newton elleni támadásaival. Lenin ezt írta az új fizika és machizmus közötti kapcsolatról: „... hogy az új fizika, helyesebben az új fizikának bizonyos iskolája összefüggésben van a machizmussal és a jelenkori idealista filozófia más válfajaival, ahhoz nem fér semmi kétség".[2]

De helytelen lenne, ha azt gondolnánk, hogy az új fizika csupán az idealisták táborát mozgatta meg. Lenin állandóan két fő filozófiai irányról beszél, az idealista és a materialista irányzatról, amelyek harcban állnak egymással az új fizikában; a fizikusok idealista megnyilatkozásain kívül több olyan fizikus véleményét is megemlíti, akik szilárdan kitartanak materialista meggyőződésük mellett, annak ellenére, hogy szemük láttára omlottak össze a fizika mechanikus elvei és dúlt az idealista járvány.

Lenin kitér a machizmus elleni harcra, melyet oly kiváló fizikusok vezettek, mint Hertz és Boltzmann, megemlékezik A. Cornu fizikus és több más kutató szilárd materialista álláspontjáról. Itt kell rámutatnunk arra, hogy 1908 után is, egészen a legutóbbi időkig a legkiválóbb fizikusok többsége, mint például Lorentz, D. D. Thomson, M. Planck és sokan mások a materialista irányzatot védelmezték a fizikában. Azonban ezek a tudósok nem védelmezték mindig következetesen a materialista nézeteket, gyakran tettek engedményeket az idealizmus felé. Azt hitték, úgy is megtalálják a kivezető utat a fizika válságából, ha megmaradnak a régi, mechanikus materializmus álláspontján. A fiziku-

[2] U o, 254. old

sok filozófiai nézeteit sorravéve Lenin azt mondja a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban, hogy „e munkámat bizonyos kedvezőtlen körülmények között írtam, s e miatt csaknem lehetetlen volt megismerkednem az itt tárgyalt kérdésre vonatkozó orosz irodalommal".[3] Különben nem mulasztotta volna el Lenin, hogy szót ne ejtsen a tudomány olyan kiváló oroszországi képviselőiről, mint Sztoljetov, Mendelejev, Umov és mások, akik a fizikában a materializmus mellett álltak s harcot vívtak az energetizmus és más eféle idealista áramlatok ellen.

Ugyanakkor Lenin rámutat a materializmus és idealizmus álláspontja között ingadozó véleményekre, mint amilyen Rey álláspontja, vagy Rücker ösztönösen-materialista nézőpontja. Ez utóbbi tudós, az új fizikai felfedezéseket tárgyalva, nem ért egyet a nyílt idealistákkal; hitét veszti a mechanikus materializmusban, de mégsem tud kivezető utat mutatni a fizika válságából.

Mert mit is mondanak ezek az új fizikai felfedezések? Azt, hogy magában a fizikában, mint tudományban az idealizmus nem tud gyökeret verni. De ugyanakkor arról is tanuskodnak ezek a felfedezések, hogy a mechanikus materializmus álláspontja mellett kitartva nem lehet legyőzni az idealizmust a fizikában.

Mivel magyarázható hát az, hogy néhány fizikus, az új fizikai felfedezéseket tárgyalva, az idealizmus útjára tévedt? Mik azok az okok, amelyek idealizmust szülnek a jelenkori fizikában?

Lenin maga volt az, aki ezekre a kérdésekre választ adott.

„De ezek az emberek — írja Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus"-ban, — olyan körülmé-

[3] U o, 306 old.

nyek között élnek, amelyek Marxtól és Engelstől eltaszítják és a sekélyes hivatalos filozófia karjaiba lökik őket".[4]

„A harcos materializmus jelentőségéről" című cikkében Lenin, akárcsak Dietzgen, a „papság okleveles lakájainak" nevezi a reakciós filozófiaprofesszorokat és a következőket mondja: „Ahhoz, hogy Dietzgen maró jellemzésének abszolút helyességéről meggyőződjünk, elég, ha csak valamenyire is meggondoljuk, hogy menynyire függő helyzetben vannak a modern társadalom tanult emberei az állami élet, az általános gazdasági élet, továbbá a mindennapi élet terén, és általában minden téren, az uralkodó burzsoáziától. Elegendő, ha a divatos filozófiai irányzatok óriási többségére gondolunk, amelyek az európai országokban lépten-nyomon felütik a fejüket, kezdve például azokkal, melyek a rádium felfedezésével kapcsolatban merültek fel s végezve azokkal, melyek napjainkban Einsteinbe igyekeznek belecsimpaszkodni — hogy fogalmat nyerjünk arról a kapcsolatról, amely a burzsoázia osztályérdekei és osztályálláspontja, a vallások mindenféle formájának a burzsoázia által való támogatása és a modern filozófiai irányzatok eszmei tartalma között van".[5]

Hogy tisztában lehessünk azzal a helyzettel, amelyet a XX. század elején a materializmus és az idealizmus harcának kiéleződése váltott ki, elsősorban Lenin „A mi hatálytalanítóink" című cikkével kell megismerkednünk. Lenin ebben a cikkben arról beszél, hogy az 1908—1910-es évek — a társadalmi és politikai reakció évei — nem hiába voltak olyan idők, „amikor a főbb elméleti, közöttük a filozófiai kérdéseket minden eleven irányzat előtérbe helyezi".[6]

---

[4] U. o., 267. old.
[5] *Lenin:* Marx, Engels, marxizmus, 435. old.
[6] *Lenin:* Össz. Műv. XV. 88. old. (oroszul).

Bár Lenin ebben a cikkében a materializmus és az idealizmus oroszországi harcáról beszél, de ugyanakkor kiemeli, hogy ennek a harcnak a jelentősége messze túlnő Oroszország határain. „Az új fizika — folytatja Lenin — rengeteg új kérdést vetett fel, amelyekkel a dialektikus materializmusnak kell megbírkóznia. Ebben a viszonylatban tehát a ‚mi' filozófiai vitánknak nemcsak speciális orosz jelentősége van. Európa adta az anyagot a filozófiai gondolat ‚felfrissítésére' és az elmaradt Oroszország az 1908—1910-es évek kényszerű csendjében rendkívül mohón vetette rá magát erre az anyagra."[7]

A továbbiakban így foglalja össze Lenin mondanivalójának lényegét: „Nem véletlen, hogy a *szükségszerűség* következtében általában egész reakciónk, de különösen a liberális (vjechista,[8] kadét[9]) reakció rávetette magát a vallásra. Hiába van a botnak két vége, mégis eltörik. A *vjechisták* segítenek a haladó burzsoáziának, hogy beszerezhesse a legújabb ideológiai

---

[7] *Lenin:* Össz. Műv. XV. 89. old. (oroszul).

[8] *Vjechisták* — a „Vjechi" (Mérföldkövek) c. cikkgyüjtemény nevéről, melyet 1909-ben ismert kadetírók egy csoportja (Sztrúve, Izgójev, stb.) adott ki. Ebben a cikkgyüjteményben a kadetok a burzsoázia nevében köszönetet mondanak a cárizmusnak a forradalom elnyomásáért. A „Vjechi" az orosz liberalizmusnak a reakció táborába való végleges áttérését jelezte.

[9] *Kadetok* (a „Konstitucionális-demokraták" elnevezés rövidítése a kezdőbetűkből) — a liberális monarchista burzsoázia fő pártja, 1905 októberében alakult meg. Áldemokratizmus leple alatt a „népszabadság" pártjának nevezve magát, a burzsoázia oldalára igyekezett vonni a parasztságot. A kadetok, a cárizmust alkotmányos monarchia formájában akarták megtartani. Később a kadetok az imperialista burzsoázia pártjává lettek. A Februári Forradalom hónapjaiban a kadetok a cári külpolitikát folytatták („háborút a győzelemig"), résztvettek a Kornjilov-féle ellenforradalmi fellépésben. Az Októberi Forradalom után ellenforradalmi összeesküvéseket és felkeléseket szerveztek a Szovjetköztársaság ellen, szították és szervezték az imperialisták fegyveres intervencióját.

botot, szellemi mankót. A machizmus, mint az idealizmus egyik válfaja, *objektíven* is a reakció eszköze, a reakció kalauza. A machizmus elleni ‚alulról jövő' harc nem véletlen, hanem elkerülhetetlen, minthogy ebben a történelmi időszakban (1908—1910) nemcsak az októbristák,[10] Puriskevicsék[11] ‚istenhívő Dumáját' látjuk ‚odafenn', hanem istenhívő kadétokat, istenhívő liberális burzsoáziát is."[12]

Ime ezek azok a társadalmi és osztálytermészetű okok, amelyek a fizikában az idealizmust szülték.

Hogy még teljesebb képet kapjunk, külön ki kell emelnünk azokat az eszmei okokat, amelyek elősegítették az idealista nézetek felbukkanását a fizika tudományában.

Már a XIX. században kialakul egy bizonyos ideológiai talaj a fizikai idealizmus számára. A mult század hatvanas éveiből származik a „vissza Kanthoz!" jelszó. De nem valamenyi akkori idealista filozófus érte be Kant kettős, a materializmus és az idealizmus között ingadozó álláspontjával. Mach „nagy hálálkodással ismeri be", hogy éppen a kanti „kritikai idealizmus volt egész kritikai gondolkodásom kiindulópontja". Azonban Mach csakhamar „újból Berkeley nézeteihez közeledett" és azután „Hume felfogásával rokon nézetekre jutott", minthogy Berkeley és Hume, Mach véle-

[10] *Októbristák* — az októbristák pártja, vagy az Október 17-i Szövetség, az ipari nagytőke és a kapitalista gazdálkodást űző nagybirtokosok érdekeit képviselte. Az októbristák, bár szavakban elismerték az 1905 október 17-i manifesztumot, melyben a forradalomtól megrémült cár polgári jogokat ígért a népnek a valóságban azonban nem gondoltak a cári hatalom korlátozására. Teljes támogatásban részesítették a cárizmus kül- és belpolitikáját.

[11] *Puriskévics, V.* (1870—1920) — nagybirtokos, monarchista és reakciós, az Orosz Nép Szövetsége nevű feketeszázas szervezet alapítója.

[12] *Lenin:* Össz. Műv. XV. 89. old.

ménye szerint, „sokkal következetesebb gondolkodók, mint Kant".[13] Ugyanezt mondja az empiriokriticizmus másik megalapítója, Avenárius is. Tehát a materializmus elleni harcban a „vissza Kanthoz!" jelszó lényegében a „vissza Berkeleyhez és Humehoz!" jelszóval párosul.

Mach, mint ismeretes, azt a tételt állította fel, hogy az ember a tapasztalatában csupán érzeteket ismer meg. Tehát a machizmus semmiben sem különbözik lényegileg Berkeley püspök filozófiai tanától.

Ezt mutatta ki részletesen Lenin és feltárta Mach és Avenárius empiriokritikai filozófiájának eszmei forrásait.

De annak ellenére, hogy a berkeleyizmus is, a machizmus is a szubjektív idealizmus megjelenési formái, mégsem lehet ezeket teljesen azonosnak vennünk. Berkeley következetes filozófus, már amennyire ez a szubjektív idealista számára lehetséges; „becsületesen" elismeri, hogy ki akarja küszöbölni az anyagot, az ateizmusnak ezt a sarkkövét. Mach nem akar a materializmus és az idealizmus „egyoldalúsága" fölé emelkedni; ezért válik aztán a machizmus az idealista és a materialista gondolatok nyomorúságos keverékévé, különösen ottan, ahol a természettudomány konkrét kérdéseit kell megoldania.

A reakciótól fertőzött társadalmi és filozófiai légkörben a természettudomány fáradalma, a régi tudományos elméleteknek és törvényeknek az új felfedezések folytán bekövetkezett bukása elő kellett hogy idézze az idealizmus növekedését a természetbúvárok körében.

Ez így is lett. De másképpen nem is lehetett volna, *hiszen a fizikusok nem ismerték a dialektikát,*

[13] Lenin idézete szerint, lásd *Lenin:* Materializmus és empiriokr ticizmus, 193. old.

amit több ízben is megemlít Lenin. Az atomrombolás és az elektronok felfedezése, az állandó tömeg „elpusztítása", a régi fizikában szereplő mechanikai mozgástörvények érvényének szűkebb területre való korlátozása és az elektrodinamika törvényei alá való rendelése, amennyiben a XX. század első évtizedének fizikai felfedezéseire gondolunk — mindezeket a tényeket úgy fogadta sok, a metafizikus materializmus bűvöletében álló tudós, mint a materializmus csődjét általában, mint az idealista világszemlélet győzelmét. „Az új fizika idealista kificamodása főleg azért történhetett meg — írja erről Lenin — mert a fizikusok nem ismerték a dialektikát. Harcoltak a metafizikus (a szó engelsi és nem pozitívista, azaz humeista értelemben vett metafizikus) materializmus ellen, annak egyoldalú „mechanikussága" ellen — s a vízzel együtt a gyereket is kiloccsantották a kádból".[14]

Lenin tökéletesen tisztában volt azzal, hogy az új fizikai felfedezések csupán a dialektikus materializmus igazságának újabb bizonyítékai. Ezek a felfedezések tényekkel bizonyították be, hogy az eddigi fizikai fogalmakat és elméleteket nem lehet az új természeti jelenségekre alkalmazni. Azonban a machisták és a többi idealisták másként vélekedtek, ők is bírálták, csakhogy az idealizmus nézőpontjából bírálták a régi fizika metafizikus nézeteit. A machizmus és általában az idealista filozófia a mozgás és az anyag új, nemrégiben felfedezett formáit használta fel arra, hogy suttyomban a régi idealista maszlaggal hozakodhassék elő.

Így tehát azt látjuk, hogy a természettudomány nagy sikerei új életre serkentették az idealizmust s arra késztették, hogy köntöst cseréljen, hogy a maga módján „megmagyarázza" az új felfedezéseket. „A reak-

[14] U o, 265 old.

ciós törekvéseket maga a tudomány haladása szüli“[15] — mondja erről Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus“-ban, a továbbiak során pedig kimutatja, hogy a régi kanti gondolat — hogy t. i. az értelem szabja meg a természet törvényeit — mintha ismét elterjedne a természettudomány és a matematika új vívmányaival kapcsolatban. És 1922-ben Lenin még egyszer hangsúlyozza, hogy „éppen a modern természettudománynak jelenleg végbemenő gyökeres megújhodásából lépten-nyomon reakciós filozófiai iskolák és iskolácskák, irányzatok és irányzatocskák születnek“. Éppen ezért azt a feladatot tűzi ki a marxisták elé, hogy „kísérjék figyelemmel a természettudomány terén legújabban végbemenő forradalom által felvetett kérdéseket“, mert ezeknek a kérdéseknek a megoldása nélkül „a harcos materializmus semmi esetre sem lehet sem harcos, sem materializmus“.[16]

Mindebből nyilvánvaló, hogy „az új fizika, helyesebben az új fizikának bizonyos iskolája összefüggésben van a machizmussal és a jelenkori idealista filozófia más válfajaival... A machizmust bírálni és nem tudomásulvenni ezt a kapcsolatot — ahogy ezt Plechánov teszi — annyi, mint gúnyt űzni a dialektikus materializmus szelleméből, azaz feláldozni Engels módszerét Engels egyik vagy másik betűje kedvéért“.[17]

Bár van kapcsolata a machizmusnak az új fizikával, de ebből, természetesen, még nem következik az, hogy magában a természettudományban meggyökerezhetik az idealizmus. Lenin azt mondja, hogy „... kétszeresen hamisak azok a nagyhangú kijelentések, hogy

[15] U. o., 315. old.

[16] *Lenin:* Marx, Engels, marxizmus, 439. old.

[17] *Lenin* Materializmus és empiriokritcizmus, 254. old.

Mach filozófiája a ‚XX. század természettudományának filozófiája', ‚a természettudomány legújabb filozófiája', ‚a legújabb természettudományi pozitivizmus' stb.... Először is, a machizmus a természettudománynak csak *egyik* ágával és annak is csak *egyik* iskolájával van eszmei összefüggésben. Másodszor, és *ez a fő*, ezzel az iskolával a machizmust *nem az köti össze, ami az idealista filozófia összes többi irányaitól és rendszerecskéitől megkülönbözteti, hanem az, ami benne közös az egész filozófiai idealizmussal* általában".[18]

Az új fizika fentebb említett iskolájának alapeszméje, mondja a továbbiak során Lenin, az érzeteinkben adott és elméleteinkben visszatükröződő objektív valóság tagadása, vagy e valóság létezésének kétségbevonása.

De akkor milyen filozófiai alapon nyugszik a fizika?

A természettudományok fejlődésükben a materializmusra támaszkodnak, s csak erre támaszkodhatnak, mivel a természetbúvároknak, mint a tudomány embereinek, nem a maguk tiszta érzeteivel és élményeivel van dolguk, hanem a természettel, mely az embertől függetlenül létezik és az ember érzeteiben tükröződik vissza. Éppen ezért változatlanul a materializmus oldalán áll a természetbúvárok túlnyomó többsége.

Így tehát minden egyes új természettudományos felfedezés csak megerősíti és tágítja a materialista szempontot a természettudományban, De a materializmus megerősödése és térnyerése a természettudományokban az ádáz osztályharcok közepette nem mehet símán, nyílegyenes úton végbe, hanem csigavonalban, ugrásszerűen, mindenféle idealista nézetek kelet-

[18] U. o., 310. old

kezése kozben. Kétségtelen, hogy a természettudósok nagy tobbsége ösztönösen a materializmus mellett állott és áll. De számukra a materializmus nem annyira filozófiai rendszer, amely egy egységes, meghatározott szempont alapján szemléli a természeti jelenségeket, mint inkább ösztönös, filozófiailag meg nem fogalmazott, tudattalan meggyőződés a felől, hogy létezik az érzékszerveinkben visszatükröződő természet, külső világ. Ezt a meggyőződést nevezzük *természettudományos materializmusnak*. Lenin szerint a természettudományos materializmus az az alap, amely egyre szélesedik és erősödik, s amelyen szétzúzódik a filozófiai idealizmus különböző iskoláinak minden erőlködése, erőfeszítése.

Az új fizika egész felhalmozott anyagát általánosítva Lenin azt a következtetést vonja le, hogy „... a jelenkori fizika ... a természettudomány egyedül helyes módszere és egyedül helyes filozófiája felé nem egyenesen halad, hanem cikk-cakkban, nem tudatosan, hanem ösztönösen, nem úgy, hogy világosan látná a „végcélt", hanem tapogatózva, ingadozva, sőt olykor hátatfordítva a célnak. A jelenkori fizika vajúdik Most szüli a dialektikus materializmust."[10]

A „Materializmus és empiriokriticizmus" megjelenése óta eltelt idő a maga módján igazolta Lenin valamennyi tudományos jövendölésének igazát.

A fizika válsága, amelyről Lenin írt, a két világháború közötti időszakban még jobban elmélyült és kiéleződött. Ebben az időszakban a tudomány fejlődésében mutatkozó ellentmondások a kapitalista országokban szinte a végletekig fokozódtak és az „új" őrültek a régi gondolatot — a tudományos megismerésről való lemondást — a következő tétellel egészítették ki;

[10] U. o., 320. old

le a géppel, le a technikával. Nemcsak a reakciós Spengler és a hitleri Németország többi fanatikusa követelte a gép megsemmisítését, hanem „művelt" amerikai tudósok, Lénárd, a Nóbel-díjas fizikus, és a modern reakció egyéb ideológusai. Lenin mintegy előrelátta a „művelt kispolgárság"-nak ezt az új formáját, amikor a „Pravda" tízéves évfordulójára írt cikkében így nyilatkozott Spenglerről:

„A kivénhedt burzsoázia és az imperialista Európa, mely már hozzászokott, hogy a Föld köldökének tekintse magát, úgy rothadt meg és fakadt fel az első imperialista háborúban, mint valami bűzös kelés. Akárhogy síránkoznak is emiatt Spenglerék és az értük lelkesedni képes művelt kispolgárok: a vén Európának ez a hanyatlása csupán egy epizód az imperialista rablással és a Föld lakosai többségének elnyomásával pukkadásig jóllakott világburzsoázia bukásának történetében."[20]

Amikor arról beszélünk, hogyan mélyült el és fokozódott a természettudomány válsága a második világháború előtt, amikor hangsúlyozzuk, hogyan hanyatlott a filozófiai gondolat a kapitalista országokban, nem szabad elfelejtkeznünk arról, hogy ez a hanyatlás nem zár ki bizonyos sikereket a tudományos kutatás egyes ágaiban. A technika terén a Szovjetunió felhasználja a kapitalista országok élvonalbeli technikájának eredményeit és továbbfejleszti ezeket az eredményeket; a tudomány területén, mint már a II. fejezetben szóltunk is róla, a kapitalista országok természettudósai nagyszerű felfedezéseket tesznek. De azokban a kapitalista országokban, ahol a monopolkapitalizmus uralkodik, a reakciós csoportok nem az alkotó munka érdekében használják fel a tudomány eredményeit és

[20] *Lenin* Össz Műv. XXVII, 293. old (oroszul).

vívmányait, hanem legelsősorban a civilizáció és a kultúra elpusztítására. Ezt immár a kapitalista államokban élő értelmiség legjobbjai is észreveszik. Így pl. Bernal professzor, a kiváló angol tudós, amikor a kapitalista országok tudományának állapotát írja le a második világháború előtt, erre a következtetésre jut: „A gazdasági és politikai fejlődés jelenkori irányzata minden reményt eloszlat afelől, hogy a fizika valamennyire is meg tudja valósítani lehetőségeit, vagy legalábbis el tudja kerülni azt, hogy annak a világnak elpusztítására használják fel, amelyet felépíteni segített. Ha a tudomány segíteni akar az emberiségen, akkor új gazdát kell keresnie". Bernalnak ezek a szavai manapság is teljes mértékben érvényesek a mostani angol-amerikai háborús gyújtogatók hirhedt „atompolitikájára" és „atomdiplomáciájára".

A természettudomány válságának új sajátságait végső fokon a társadalmi fejlődésnek azok az új viszonyai határozzák meg, amelyek a második világháború után alakultak ki. Mik ezek az új viszonyok?

A leglényegesebb körülmény, amely azt az időszakot, melyben Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus"-t írta, a mostani időktől megkülönbözteti, abban áll, hogy a Föld egy hatodrészén megsemmisült a kapitalista rendszer, szocialista társadalom keletkezett és egyszer s mindenkorra kiküszöbölődött a burzsoá ideológia feléledésének lehetősége. A két világháború közötti időszakban Oroszországban kifejlődött és megerősödött az 1917-es Októberi Forradalom szülötte: a szocialista állam.

A Szovjetunióban immár nincsenek kedvező viszonyok a tudományban fel-felbukkanó idealizmus és idealista áramlatok számára, itt nincs válságban a természettudomány. A mi országunkban virágkorát éli a dialektikus materializmusra támaszkodó élenjáró tudo-

mány, mely továbbviszi a nagy orosz természetbúvárok — Lomonoszov, Mendelejev, Popov, Zsukovszkij, Ljebedjev stb. — nagyszerű hagyományait. A szovjet tudósok, különösen az anyag szerkesztésének kutatása terén, óriási jelentőségű eredményekkel gazdagították a tudományt. Vavilov és Cserenkov kísérleti kutatásai egy új jelenség felfedezéséhez vezettek, mely a „Cserenkov-effektus" nevet nyerte. Ez az effektus sokban hozzájárult ahhoz, hogy meg tudják magyarázni bizonyos részleteit az anyag és a sugárzás kölcsönhatásának problémájában. Mandelstamm és Landsberg felfedezték az ú. n. kombinációs fényszóródást. Ez a felfedezés fontos fegyverré vált a fizikusok kezében a szilárd testek molekula-szerkezetének kutatásában. Landaunak a hélium hidrodinamikájával kapcsolatos kutatásai elsőízben tették lehetővé, hogy behatoljanak a folyadékokban lezajló folyamatok rejtett mechanizmusába, amely folyamatokra ugyancsak a kvantumtörvények érvényesek.

A Szovjetunióban a marxista-leninista párt világnézete: a dialektikus materializmus az uralkodó világnézet. A szovjet tudósok tudományos tevékenységükben ezt az egyedül tudományos világnézetet követik, mely lehetővé teszi számukra, hogy helyes következtetéseket vonjanak le a fizika fejlődéséből és segítségukre van abban, hogy megszabadítsák a legújabb fizikai elméleteket a tartalmukat elhomályosító idealista nézetektől és következtetésektől.

A szovjet tudománynak a dialektikus materializmus az alapja, de ebből a tényből még egyáltalán nem következik az, hogy a Szovjetunióban a szovjet tudományos gondolat minden egyes előrehaladó lépésével alábbhagy a materializmus és az idealizmus harca a természettudományban. Nem. Még élnek embereinkben a kapitalizmus csökevényei; ezen-

kívül itt-ott külföldről is beszivároghatnak reakciós ideológiai termékek a szovjet tudományba. Így tehát a szovjet tudósoknak továbbra is az marad a legfontosabb feladatuk, hogy elsajátítsák a marxizmust-leninizmust és eredményesen használják fel saját tudományágakban. E feladat teljesítésében komoly jelentősége van Sztálin elvtárs „A dialektikus és történelmi materializmusról" című munkájának, amelyben a marxizmus-leninizmus filozófiája rendszeres, mélyen átgondolt és sűrített formában van kifejtve.

A materialista világnézetnek ez a legújabb, legtudományosabb formája elterjed a nem-szovjet tudósok között is és egyre újabb és újabb híveket hódít meg magának. Lenin könyve, a „Materializmus és empiriokriticizmus", mely megsemmisítő csapást mért a fizikában fellépő idealista nézetekre, a maga idejében sok fizikust győzött meg a felől, hogy az idealizmus és az agnoszticizmus csak akadályozza a fizika fejlődését, ezzel szemben a dialektikus materializmus megerősíti a fizikusok hitét a fizika további diadalaiban és bátor alkotó munkára lelkesíti őket. A tudatos materializmusnak a tudomány legkiválóbb képviselői közötti további térhódítását a szovjet ideológia eredményei segítették elő, melynek helyessége egyre nyilvánvalóbbá válik az emberi haladás valamennyi őszinte híve számára. A hitleri Németország feletti győzelem és a Szovjetunió megnövekedett tekintélye még határozottabban ráterelte az egész világ haladó gondolkodású embereinek figyelmét a marxizmus-leninizmusra. Angliában, az USA-ban, Franciaországban, Hollandiában és a többi országokban a tudósok nagyrésze harcol a tudományban felbukkanó idealizmus ellen, tanulmányozza a dialektikus materializmust és alkalmazza tudományos kutatásában. Angliában pl. az 1929, 1932-es évek világ-

válsága idején több tudós (Hogben, Levi és mások) nyíltan a materializmus mellett álltak ki. 1933-ban, Marx halálának ötvenéves évfordulóján megalakult Londonban a „Marx-ház" nevet viselő iskola, melyet a legismertebb angol tudósok támogattak. 1938-ban indult meg Angliában a „Modern Quarterly" c. folyóirat, mely a fasiszta és az idealista elméletek elleni harcot tűzte ki céljául és arra törekszik, hogy a dialektikus materializmus nézőpontjából magyarázza meg a természet és a társadalmi élet jelenségeit. Élvonalbeli tudósok munkái jelentek meg, melyekben például kísérleteket látunk, hogy a dialektikus materializmust a tudomány kérdéseire alkalmazzák. Meg kell említenünk Blacket és Bernal fizikusok, Blanck és Cornford filozófusok műveit, valamint Haldane professzor (a londoni Királyi Társaság tagja) filozófiai munkáit, melyekben a szerző Eddington, Jeans, Dirax fizikusok idealista megnyilatkozásait bírálja és pompás cikkekben népszerűsíti a marxista filozófiát.

Másrészt meg az a helyzet, hogy a haladó tudománnyal ellenségesen szembenálló emberek idealista következtetéseket igyekeznek levonni a fizika legújabb eredményeiből és reakciós nézeteiket akarják ezekkel alátámasztani. A természettudósok körében elterjedt különböző „pozitivista" áramlatok (machizmus stb) napjainkban egyre nyiltabban árulják el idealista lényegüket, egyre közelebb kerülnek a reakciós hazugságokhoz. Kitűnően bizonyítja ezt Jordan német fizikus példája, aki tagadja az objektív világot és a természet mithoszát hirdeti. A „XX. század fizikája" című könyvében Jordan „biztosítja" (!) a vallásos emberek számára „a tudománnyal ellentmondásban nem álló élettér" létezését.

Meg kell jegyeznünk, hogy Jordannak ezeket a

gondolatait igen szívesen fogadja néhány, magát a tudományhoz tartozónak tekintő angol és amerikai. Ezzel kapcsolatban hadd utaljunk Faiblemen-nek az amerikai „Philosophy of Science" c. folyóirat 1944. évi évfolyamán (vol. 11, No. 2, 117—121. old.) megjelent cikkére, „A tudomány mitológiájá"-ra, amelyben, csak éppen más körítéssel, szintén Jordan eszméivel találkozunk.

Lenin mintegy előrelátta, hogy Jordan és a hozzá hasonlók hatására idealizmus alakulhat ki a fizikában, amikor ezt írta Hartmannról, a reakciós német filozófusról:

„Hartmann helyesen érzi, hogy az új fizika idealizmusa éppen csak *divat,* nem pedig komoly filozófiai elfordulás a természettudományi materializmustól, s ennélfogva helyesen magyarázza a fizikusoknak, hogy ha a ‚divatot' következetes, egyöntetű filozófiai idealizmussá akarják átalakítani, akkor gyökeresen át kell dolgozniok az idő, a tér, az okozatiság és a természettörvények objektív valóságáról szóló tant. Nem lehet arra szorítkozni, hogy az atomokat, elektronokat, az étert tekintsük egyszerű szimbólumnak, egyszerű ‚munkahipotézis'-nek — ‚munkahipotézisnek' kell nyilvánítani az időt, a teret, a természeti törvényeket és az egész külső világot is".[21]

A jelenkori természettudomány válságának mostani szakaszában különösen erőteljesen aktivizálják az az idealizmust. A reakciós filozófusok nagy buzgalommal vetik rá magukat a hírneves természetbúvárok legkisebb hibájára, kifejezéseik legcsekélyebb pontatlanságára, hogy ilymódon igazolják ingadozó fideista álláspontjukat. Az idealizmus támadása a természettudomány ellen immár cinikusan nyílt alakot öltött.

[21] *Lenin:* Materializmus és empiriokritikizmus 292 old

Míg századunk első tíz-tizenkét évében Poincaré restellt a reakciós fideizmussal szövetségre lépni, míg Mach még megpróbált tudományos színezetet adni filozófiájának, míg korábban a természetfilozófiával foglalkozó polgári irodalomban imitt-amott még hallhattunk kijelentéseket (melyek csak kijelentések maradtak) filozófiai tételeik „tudományosságáról", addig napjainkban egyre hangosabbá és hangosabbá válik a polgári filozófia nyílt felhívása: a valóságos ismeretnél előbbrevaló a hit!

Különösen érthetően ad hangot ennek az irányzatnak Whittaker professzor, az edinburgi „Royal Society" elnöke a „Science" folyóirat 1943-as évfolyamában megjelent „Aristoteles, Newton, Einstein" című cikkében. Whittaker ebben a cikkben úgy vélekedik, hogy a jelenkori fizika Arisztotelészhez tér vissza, de nem az ókori Arisztotelészhez, hanem a skolasztikusok Arisztotelészéhez, a „tonzurás Arisztotelészhez", ahogy Herzen szellemesen megjegyezte.

Whittaker véleménye szerint Einstein nehézkedési törvénye „örömre gyujthatja a skolasztikusok szívét". Kiderül a továbbiak során, hogy Bohr atomelmélete is azt jelenti, hogy „a teret és az időt le kell dönteni arról az uralkodó magaslatról, melyre a newtonizmusban jutottak; le kell süllyeszteniök körülbelül addig a színvonalig, amelyet a skolasztikus filozófiában foglaltak el". Cikke végén elismeri Whittaker, hogy egyre erősebben hódít teret az a vélemény, mely szerint a civilizációnak tudományos alapot kell adni. Azt követeli a civilizáció „reformja" érdekében, hogy „egy szövetségben egyesítsék a tudományt a filozófiával és a vallással".

Külön kell szólnunk azokról a fizikusokról, akiket nem lehet a tudomány tudatos meghamisítói közé sorolni, akik nem akarják a tudományt az idealizmus,

a papság szolgálatába állítani, de azért mégis az idealizmushoz húznak. Ilyen például Eddington, a híres angol csillagászati fizikus. Eddington a „Tér, idő és nehézkedés" című könyvében ilyen filozófiai következtetéseket von le a relativitáselméletből: „Az értelem kibontja az anyagot a tulajdonságok értelmetlen zűrzavarából, úgy, ahogyan a prizma választja ki a szivárvány színeit fehér fény rendszertelen ingadozásaiból... Az értelem kialakít néhány különleges tulajdonságot, mint az érzéki világ permanens szubsztanciáját; úgy választja ki az érzéki teret és időt, hogy ezek a tulajdonságok permanensek legyenek bennük... Túlzás lenne vajjon, ha azt mondanánk, hogy az értelem a permanencia keresése közben alkotta meg a fizikai világot s hogy a bennünket körülvevő világ aligha lehetett volna más, mint amilyen?"

De vajjon nincsenek valódi, a külső világot visszatükröző törvényeink, az események lényegére vonatkozó törvényeink, melyek függetlenek az emberi értelemtől? Erre a kérdésre is válaszol Eddington: „Fel kell tennünk, hogy vannak olyan törvényeink, amelyeknek nyilvánvalóan a külső természetben van a súlypontjuk... de... az emberi értelem aránylag könnyen szűr le a természeti jelenségekből olyan törvényeket, amelyeket maga helyezett a természetbe — és sokkal nehezebb olyan törvényeket szűrni le, amelyek nem az ember hatására alakultak ki. Sőt még az is lehetséges, hogy a nem az értelemben keletkezett törvények irracionálisnak tűnnek s hogy ezeket sohasem sikerül megfogalmaznunk." Eddington legutóbbi munkáiban is ilyen nézeteket vall és ezt nevezi „modern tudományos filozófiának".

Az Eddingtonéhoz közelálló filozófiai nézeteket vall Dirac. A kvantummechanikának ez a nagy elméleti szakértője elismeri, hogy vannak olyan főbb termé-

szeti törvények, melyeknek a világ színfalak-mögötti része alá van rendelve; másfelől azonban úgy véli, hogy „nem tudjuk szemléletesen elképzelni ezt a színfalak-mögötti részt anélkül, hogy logikai ellenmondásokba ne esnénk".[22]

Az Eddington, Dirac és más fizikusok által képviselt úgynevezett cambridgei fizikai iskolai filozófiai nézeteitől némileg különböznek az úgynevezett kopenhágai iskola (Bohr, Heisenberg) filozófiai nézetei. Ennek az iskolának a tagjai (de még inkább az ő idealista interpretálóik) részben olyan filozófiai következtetéseket vonnak le a kvantummechanika felfedezéseiből, melyek Mach és Avenarius empiriokriticizmusának vonalát követik.

A nem-szovjet fizikusok nagy többsége, akárcsak azelőtt, napjainkban is az ösztönös materializmus alapján áll.

Ime, ennyiben jellemezhettük röviden a fizikusoknak a főbb filozófiai irányokhoz való viszonyát.

*

Összegezzük az eddig elmondottakat. Minden filozófiai probléma megoldásában, melyet a XX. század fizikája vetett fel, végigkísérhetjük a materializmus és az idealizmus harcát. Az új fizika, határozott filozófiai kérdések felvetésével, ismét csak a marxizmusnak azt a tételét igazolta, mely szerint *két* fő vonal, *két* fő irány nyilvánul meg a filozófiai kérdések megoldásában: a materialista és az idealista irány. Marx és Engels, Lenin és Sztálin zsenialitása éppen abban áll, hogy előremozdíthatták a filozófia egyik fő irányzatát, kifejlesztették a materializmust, következetesen alkalmazták azt a tudomány valamennyi területén, megmu-

[22] *Dirac:* Principles of Quantum Mechanics.

tatták, *hogyan* kell a materializmust alkalmazni, *hogyan* kell könyörtelen harcot vívni a materializmustól való elhajlások és az idealista filozófiának tett engedmények ellen. A marxista elméletnek ez a harcos, pártszerű jellege ennek az elméletnek legélesebb, legértékesebb vonása. Lenin szüntelenül hangsúlyozta, hogy az osztálytársadalomban a tudomány, a filozófia *lényege* szerint pártszerű és meghatározott osztályerők szolgálatában áll. „Az empiriokriticizmus ismeretelméleti skolasztikája mögött — írta Lenin — meg kell látni a filozófián belüli pártok harcát, amely végső soron a mai társadalom ellenséges osztályainak tendenciáit és ideológiáját juttatja kifejezésre. A mai filozófia éppoly pártszerű, mint a kétezer évvel ezelőtti. A két egymással harcban álló párt, a dolog lényegét tekintve, amelyet tudóskodó, szemfényvesztő új elnevezésekkel vagy hígvelejű pártonkívüliséggel lepleznek — a materializmus és az idealizmus".[23] Lenin azt követelte, hogy a marxisták sajátítsák el és dolgozzák fel a burzsoá tudósoktól származó tudományos vívmányokat, de ugyanakkor értsenek ahhoz is, hogyan kövessék saját vonalukat, hogyan harcoljanak az egész vonalon a velünk ellenséges erők és osztályok ellen, s ne essenek a reakciós filozófia rabságába.

A Lenin által megkövetelt marxista, pártszerű viszonyulás a filozófiához, Lenin gondolatai a fizika tudományának filozófiai tételeiről és következtetéseiről óriási szerepet játszanak a természettudomány sorában. Korunk fizikája új fejlődési szakaszba lépett, melyet az atommag kutatása jellemez. Ezzel kapcsolatban új problémák merültek és merülnek fel a fizikusok előtt. Különösen felelősségteljes szerepük van a fizika jelenlegi fejlődési szakaszában a szovjet fiziku-

[23] *Lenin:* Materializmus és empiriokriticizmus, 366. old.

soknak. Előttük, akárcsak a többi szovjet tudós előtt, az a feladat áll, hogy a legrövidebb időn belül utólérjék és túlszárnyalják a külföldi tudomány vívmányait. Ezt a feladatot, melyet Sztálin elvtárs tűzött ki 1946 február 9-i történelmi jelentőségű beszédében, a Szovjetunió tudósai meg fogják oldani. És ebben felbecsülhetetlen értékű segítséget nyujt tudósaink számára azoknak az eszméknek az alkalmazása, melyeket oly erővel és lángeszű előrelátással fejtett ki Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus" c. könyvében.

TARTALOM:

oldal

Bevezetés helyett ... 5

ELSŐ FEJEZET
A fizika problémái Marx és Engels munkáiban ... 10

MÁSODIK FEJEZET
A XX. századi fizika fejlődésének rövid jellemzése 41

HARMADIK FEJEZET
Az anyag és mozgás problémája a jelenkori fizikában 67

NEGYEDIK FEJEZET
A tér és idő problémája a jelenkori fizikában ... 92

ÖTÖDIK FEJEZET
Az okság és a kölcsönhatás problémája a jelenkori fizikában ... 117

HATODIK FEJEZET
Materializmus és idealizmus a jelenkori fizikában .. 138

5.— Ft

TUDOMÁNY ÉS HALADÁS

A Szikra nagysikerű könyvsorozata

Minden kötete egy-egy magyar vagy külföldi tudós alapvető munkáját tartalmazza, közérthető előadásban

1. Rudas László: **Marxizmus és természettudomány**
2. Marcel Prenant: **Darwin**
3. Andics Erzsébet: **Munkásosztály és nemzet**
4. Georges Sadoul: **Az atom titka és hatalma**
5. Molnár Erik: **A szocializmus történetéből**
6. J. B. Haldane: **A marxizmus filozófiája és a tudományok**
7. Szabó Árpád: **Sokrates és Athén**
8. Sz. I. Vavilov: **Isaac Newton**
9. Alexits - Fenyő: **Matematika és dialektikus materializmus**
10. N. A. Dobroljubov: **Orosz realizmus** (Goncsárov, Turgényev és Osztrovszkij)
11. James S. Allen: **A monopolkapitalizmus és a béke**
12. Ch. Hill: **Az angol forradalom 1640.**
13. Thomson-Klingender: **Marxizmus, költészet, művészet**
14. Clark: **A vadembertől a civilizációig**
15. Labérenne: **A világok keletkezése**
16. Politzer: **A filozófia alapelemei**
18. M. Cornforth: **Tudomány az idealizmus ellen**
19. Timirjázev: **Mi a darwinizmus?**
20. F. Kensztantinov: **Az egyéniség és a tömegek szerepe a történelemben**
21. T. D. Liszenko: **A biológiai tudomány állásáról**
22. Albert Soboul: **A francia forradalom 1789—1799**
23. S. Lilley: **A történelem, az ember és a gépek**
24. Lukács György: **Marx és Engels irodalomelmélete**
25. M. Thorez: **Tanulmányok a francia forradalomról (1789)**
26. K. A. Timirjázev: **Történelmi szemlélet a biológiában**
27. Henri Lefèbvre: **Descartes**
28. Benjamin Farrington: **Tudomány az ókorban**
29. V. Prjanyisnyikov: **A világ, amelyben élünk**

SZIKRA KIADÁS